

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 1 月 20 日 (20.01.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/006660 A1

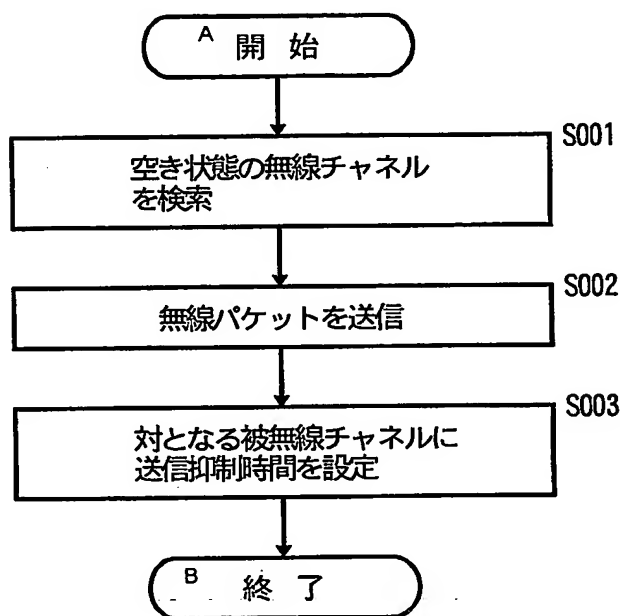
- (51) 国際特許分類: H04L 12/28, H04B 7/24, H04L 29/00
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/010355
- (22) 国際出願日: 2004 年 7 月 14 日 (14.07.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2003-196301 2003 年 7 月 14 日 (14.07.2003) JP
特願2003-341315 2003 年 9 月 30 日 (30.09.2003) JP
特願2003-341316 2003 年 9 月 30 日 (30.09.2003) JP
特願2004-084302 2004 年 3 月 23 日 (23.03.2004) JP
特願2004-146345 2004 年 5 月 17 日 (17.05.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 Tokyo (JP).

- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大槻 信也 (OTSUKI, Shinya) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町 3 丁目 9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 熊谷 智明 (KUMAGAI, Tomoaki) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町 3 丁目 9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 永田 健悟 (NAGATA, Kengo) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町 3 丁目 9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 斎藤 一賢 (SAITO, Kazuyoshi) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町 3 丁目 9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 相河 聡 (AIKAWA, Satoru) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町 3 丁目 9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 井上 保彦 (INOUE, Yasuhiko) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町 3 丁目 9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: RADIO PACKET COMMUNICATION METHOD AND RADIO PACKET COMMUNICATION DEVICE

(54) 発明の名称: 無線パケット通信方法および無線パケット通信装置



A...START
S001...SEARCH RADIO CHANNEL IN EMPTY STATE
S002...TRANSMIT RADIO PACKET
S003...SET TRANSMISSION SUPPRESSION PERIOD
FOR RADIO CHANNEL FORMING A PAIR
B...END

(57) Abstract: A transmission side radio station transmits a radio packet by using a radio channel judged to be empty by both of a physical carrier detection judging whether busy state or empty state according to the reception power and a virtual carrier detection judging busy state during a set transmission suppression period. Here, a transmission suppression period used for the virtual carrier detection is set for a radio channel forming a pair and affected by leak from the transmission radio channel. Thus, even when normal reception cannot be performed in the radio channel affected by the leak from the transmission radio channel, a transmission suppression period can be set for the radio channel affected.

(57) 要約: 送信側無線局が、受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出と、設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出の双方により、空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを送信する。このときに、送信する無線チャネルから漏れこみの影響を受ける対となる被無線チャネルに対して、仮想的なキャリア検出に用いる送信抑制時間を設定する。これにより、送信する無線チャネルからの漏れこみの影響により被無線チャネルで正常に受信ができない場合でも、被無線チャネルに送信抑制時間を設定することができる。

WO 2005/006660 A1



(74) 代理人: 古谷 史旺, 外(FURUYA, Fumio et al.); 〒1600023 東京都新宿区西新宿 1 丁目 1 9 番 5 号 第 2 明宝ビル 9 階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

無線パケット通信方法および無線パケット通信装置

5 技術分野

本発明は、複数の無線チャネルを用いてそれぞれ無線パケットを送信する無線パケット通信方法および無線パケット通信装置に関する。また、本発明は、複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信方法および無線パケット通信装置に関する。

10

背景技術

従来の無線パケット通信装置では、使用する無線チャネルを事前に1つだけ決めておき、無線パケットの送信に先立って当該無線チャネルが空き状態か否かを検出（キャリアセンス）し、当該無線チャネルが空き状態の場合にのみ1つの無線パケットを送信していた。このようなキャリアセンスによる送信制御により、1つの無線チャネルを複数の無線局で互いに時間をずらして共用することができた（(1) IEEE802.11 "MAC and PHY Specification for Metropolitan Area Networks", IEEE 802.11, 1998、(2) 小電力データ通信システム／広帯域移動アクセスシステム（CSMA）標準規格、ARIB SDT-T71 1.0版、（社）電波産業会、平成12年策定）。

20

具体的なキャリアセンス方法としては2種類の方法が用いられている。1つはRSSI（Received Signal Strength Indicator）等により無線チャネルの受信電力を測定し、他の無線局がその無線チャネルを使用して無線パケットを送信しているか否かを検出する物理的なキャリアセンス方法である。他の1つは、無線パケットのヘッダに記述された当該無線パケットの送受信で使用する無線チャネルの占有時間を利用し、その占有時間だけ無線チャネルをビジー状態に設定する仮想的なキャリアセンス方法である。

25

ここで、図49に示す2つの無線チャネルを用いる無線パケット通信方法の例を参照しながら、この仮想的なキャリアセンス方法について説明する。無線局は、

NAV (Network Allocation Vector) と呼ばれる無線チャネルが空き状態になるまでの時間を表すタイマをもっている。NAVが「0」の場合は無線チャネルが空き状態であることを示し、「0」でない場合は無線チャネルが仮想的なキャリア検出によりビジー状態であることを示す。他の無線局から送信された無線パケットを受信したときに、その無線パケットのヘッダに記述された占有時間を読み取り、その値がNAVの現在値よりも大きい場合にはNAVに当該値を設定する。

このとき、無線パケットのヘッダに記述する占有時間として無線パケットの実際の送信時間を設定すれば、RSSIによる物理的なキャリア検出と、NAVによる仮想的なキャリア検出はともにビジー状態を示し、上記2つの方法によるキャリアセンスはほぼ同じ機能を果たす。一方、無線パケットの実際の送信時間より長い占有時間をヘッダに記述すれば、無線パケットの受信終了後の時間でも、その無線チャネルは仮想的なキャリア検出によるビジー状態となり、その無線チャネルを用いた送信を抑制できる効果がある。この場合の占有時間について、本願発明の説明では「送信抑制時間」と表記する。無線パケットを送信する無線局は、この2つのキャリアセンスの両方において空き状態となったときのみ、無線チャネルが空き状態であると判定して送信を行う。

図49において、タイミングt1では無線チャネル#2にNAVが設定されており、無線チャネル#1が空き状態と判定される。したがって、無線チャネル#1を用いて無線局1から無線局2宛てに無線パケットが送信される。無線局2およびその他の無線局では、無線局1から送信された無線パケットの受信により無線チャネル#1にNAVを設定する。これにより、無線チャネル#1は無線局2以外の無線局で送信抑制され、無線局2は無線チャネル#1を用いて無線局1に対してACKパケットを送信することができる。一方、タイミングt2では、無線チャネル#2を用いて他の無線局から送信された無線パケットが無線局1および無線局2に受信され、対応するNAVが設定(更新)される。そのため、無線チャネル#2は送信抑制され、無線局1および無線局2は無線チャネル#2を用いた送信ができない。

ところで、周波数軸上で連続した配置の複数の無線チャネルが利用される無線パケット通信では、送受信フィルタの特性や増幅器の非線形性により、ある無線

チャンネルで送信した信号が隣接の無線チャンネルへ漏れこむことが想定される。この漏れこみが生じている隣接の無線チャンネルに受信信号があったときに、漏れこむ電力と受信信号の電力の差によっては受信信号を正しく受信できないことがある。通常、隣接する無線チャンネルから送信時に漏れこむ電力は、遠く離れた無線局から送信された無線パケットの受信電力に比べて格段に大きいために、この無線パケットの受信は不可能になる。この無線パケットが受信できない場合には、図50に示すような支障が生じることになる。

無線局1は、タイミング t_1 に空き状態の無線チャンネル#1を用いて無線パケットを送信中に、タイミング t_2 に無線チャンネル#2を用いて他の無線局から送信される無線パケットにより、その送信時間よりも長い送信抑制時間がNAVに設定される予定にあるものとする。このとき、無線局1で無線チャンネル#1から無線チャンネル#2へ漏れこみが発生すると、無線チャンネル#2の無線パケットが受信できず、NAVの設定（更新）ができなくなる。そのため、無線チャンネル#2では本来の仮想的なキャリア検出が正常に動作せず、次のタイミング t_3 では無線チャンネル#2が空き状態と判定されることになる。すなわち、無線局1は無線チャンネル#2に対する送信抑制ができない状態となる。一方、無線局2では、無線チャンネル#2にNAVが設定されて送信が抑制されている。このとき、無線チャンネル#2において、無線局1からタイミング t_3 に送信する無線パケットと、他の無線局から送信された無線パケットが衝突する事態が生じ、スループットの低下が予想される。また、無線チャンネル#2のみ利用する従来の無線パケット送信方法との共存が困難になる。

なお、無線チャンネルへの漏れこみは隣接チャンネルに限らず、その次の無線チャンネルなど多くの無線チャンネルに及び、仮想的なキャリア検出が正常に動作しない範囲が広範囲に及ぶことも想定される。

本発明の目的は、複数の無線チャンネルを使用する無線パケット通信システムにおいて、隣接チャンネルへの漏れこみなどによるスループットの低下要因を低減することができる無線パケット通信方法および無線パケット通信装置を提供することである。

発明の開示

請求項 1 の発明は、送信側無線局が、受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出と、設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出の双方により、空き状態と判定された無線チャネル
5 を利用して無線パケットを送信する。このときに、送信する無線チャネルから漏れこみの影響を受ける対となる被無線チャネルに対して、仮想的なキャリア検出に用いる送信抑制時間を設定する。

これにより、送信する無線チャネルからの漏れこみの影響により対となる被無線チャネルで正常に受信ができない場合でも、対となる被無線チャネルに無線パ
10 ケットの送信時間に応じた送信抑制時間を設定することができるので、仮想的なキャリア検出を正常に動作させることができる。

請求項 2 の発明は、送信側無線局が、受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出と、設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出の双方により、空き状態と判定された複数の無線チャネル
15 を利用して複数の無線パケットを並列送信する。このときに、並列送信に利用される無線チャネルの中で最長の送信時間 T_{\max} を要する無線チャネル以外の被無線チャネルに対して、仮想的なキャリア検出に用いる送信抑制時間として、 T_{\max} に所定の時間 T_s を加えた時間 ($T_{\max} + T_s$) を設定する。

請求項 3 の発明は、請求項 2 の発明の送信側無線局において、被無線チャネル
20 に仮想的なキャリア検出用としてすでに設定されている送信抑制時間が ($T_{\max} + T_s$) より短い場合に、新たな送信抑制時間として ($T_{\max} + T_s$) を設定する。

請求項 2, 3 の発明では、並列送信する無線チャネルの中で送信時間が最長の無線チャネルからの漏れこみの影響によりその他の無線チャネルで正常に受信
25 できない場合でも、その他の無線チャネルに最長送信時間に応じた送信抑制時間を設定することができるので、仮想的なキャリア検出を正常に動作させることができる。

請求項 4 の発明は、送信側無線局が、複数の無線チャネルの中で互いに送信電力の漏れこみの影響を与える無線チャネルの組み合わせを想定しておき、各組み

合わせの無線チャネルの中で最長の送信時間 T_i を要する無線チャネル以外の被無線チャネルに対して、仮想的なキャリア検出に用いる送信抑制時間として、 T_i に所定の時間 T_s を加えた時間($T_i + T_s$)を設定する。

請求項5の発明は、請求項4の発明の送信側無線局において、被無線チャネルに仮想的なキャリア検出用としてすでに設定されている送信抑制時間が($T_i + T_s$)より短い場合に、新たな送信抑制時間として($T_i + T_s$)を設定する。

請求項4, 5の発明では、複数の無線チャネルの中で互いに送信電力の漏れこみの影響を与える無線チャネルの組み合わせを想定し、各組み合わせの無線チャネルの中で送信時間が最長の無線チャネルからの漏れこみの影響によりその他の無線チャネルで正常に受信ができない場合でも、その他の無線チャネルに最長送信時間に応じた送信抑制時間を設定することができるので、仮想的なキャリア検出を正常に動作させることができる。

請求項6の発明は、請求項1～5の発明の送信側無線局において、被無線チャネルで送信無線チャネルからの漏れこみによる受信電力を検出し、その受信電力が所定の閾値以上である被無線チャネルに対して送信抑制時間を設定する。

これにより、所定の受信電力が検出されなかった無線チャネルについては、漏れこみの影響がないものとして送信抑制時間の設定対象から外すことができる。したがって、仮想的なキャリア検出を正常に動作させながら、無用な送信抑制時間の設定を回避して効率の改善を図ることができる。

請求項7の発明は、請求項1～6の発明の送信側無線局において、被無線チャネルの受信信号の誤り検出を行い、誤りが検出された被無線チャネルに対して送信抑制時間を設定する。

これにより、受信信号に誤りがない(少ない)無線チャネルについては、漏れこみの影響がないものとして送信抑制時間の設定対象から外すことができる。したがって、仮想的なキャリア検出を正常に動作させながら、無用な送信抑制時間の設定を回避して効率の改善を図ることができる。

請求項8の発明は、請求項1～7の発明の送信側無線局において、被無線チャネルで無線パケットを受信したときに、受信した無線パケットの誤り検出を行い、自局宛ての無線パケットを正常に受信した無線チャネルで、送信抑制時間が設定

されている場合にはその送信抑制時間を解除するとともに、受信した無線パケットのヘッダに占有時間が設定されている場合にはそれに応じた送信抑制時間を新たに設定する。

- 5 これにより、送信抑制時間の設定中に無線パケットが正常に受信される場合には、現在の送信抑制時間を解除し、さらにそのヘッダに記述された占有時間に応じて送信抑制時間を更新することができる。したがって、仮想的なキャリア検出を正常に動作させながら、無用な送信抑制時間の設定を回避して効率の改善を図ることができる。

- 10 請求項 9 の発明は、請求項 1 ～ 8 の発明の送信側無線局において、送信データが生起したときに、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあればその送信抑制時間が終了するまで待機した後に、空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを送信する。

- 15 これにより、複数の無線チャネルのうち 1 つでも送信抑制時間が設定されているものがあればその送信抑制時間が終了するまで待機し、すべての無線チャネルで送信抑制時間が設定されていない状態で、空き状態の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。したがって、他の無線チャネルからの漏れこみの影響を考慮して強制的に送信抑制時間を設定する場合でも、送信抑制時間が連続して設定されることがないので、特定の無線チャネルのビジー状態の継続を回避することができる。

- 20 請求項 10 の発明は、請求項 1 ～ 8 の発明の送信側無線局において、送信データが生起したときに、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあり、その最長の送信抑制時間が所定の閾値未満であればその送信抑制時間が終了するまで待機した後に、あるいはその最長の送信抑制時間が所定の閾値以上であればその送信抑制時間が終了するまで待機せずに、空き状態と判定された無線チャネルを
25 利用して無線パケットを送信する。

これにより、送信抑制時間が設定されている無線チャネルの中で最長の送信抑制時間が所定の閾値以上であれば、その送信抑制時間の終了を待たずに、空き状態の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。一方、送信抑制時間が設定されている無線チャネルの中で最長の送信抑制時間が所定の閾値未満

であれば、その送信抑制時間が終了するまで待機し、すべての無線チャネルで送信抑制時間が設定されていない状態で、空き状態の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。したがって、待機時間の上限を設定することができるとともに、強制的に送信抑制時間を設定する場合でも、送信抑制時間が連続して設定されることを適当に回避することができる。

請求項 11 の発明は、請求項 1 ～ 8 の発明の送信側無線局において、送信データが生起したときに、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあれば、所定の確率でその送信抑制時間の終了を待たずに、空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを送信する。

10 これにより、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあれば、所定の確率でその送信抑制時間の終了を待たずに、空き状態の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。一方、所定の確率で送信抑制時間が終了するまで待機し、すべての無線チャネルで送信抑制時間が設定されていない状態で、空き状態の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。したがって、
15 待機時間の上限を設定することができるとともに、強制的に送信抑制時間を設定する場合でも、送信抑制時間が連続して設定されることを適当に回避することができる。

請求項 12 の発明は、請求項 1 ～ 8 の発明の送信側無線局において、送信データが生起したときに、物理的なキャリア検出および仮想的なキャリア検出によってすべての無線チャネルが空き状態と判定されるまで待機した後に、空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを送信する。

これにより、複数の無線チャネルのうち 1 つでもビジー状態のものがあれば空き状態になるまで待機し、すべての無線チャネルが空き状態になり、その無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。したがって、並列送信に利用する無線チャネルの数を多く設定することができるとともに、強制的に送信抑制時間を設定する場合でも、送信抑制時間が連続して設定されることがないので、
25 特定の無線チャネルのビジー状態の継続を回避することができる。

請求項 13 の発明は、請求項 1 ～ 8 の発明の送信側無線局において、送信データが生起したときに、物理的なキャリア検出および仮想的なキャリア検出によっ

てすべての無線チャネルが空き状態と判定されるまで待機するか、あるいは送信抑制時間が設定されている無線チャネルの最長の送信抑制時間が所定の閾値以上であればその送信抑制時間の終了を待たずに、空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを送信する。

- 5 これにより、送信抑制時間が設定されている無線チャネルの中で最長の送信抑制時間が所定の閾値以上であれば、その送信抑制時間の終了を待たずに、空き状態の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。一方、送信抑制時間が設定されている無線チャネルの中で最長の送信抑制時間が所定の閾値未満であれば、すべての無線チャネルが空き状態になるまで待機し、その空き状態の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。これにより、待機時間の上限を設定することができるとともに、上記のように強制的に送信抑制時間を設定する場合でも、送信抑制時間が連続して設定されることを適当に回避することができる。
- 10

- 請求項 1 4 の発明は、請求項 1 0 または請求項 1 3 の発明の送信側無線局において、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあるときに、設定されている送信抑制時間が所定の閾値未満である無線チャネルがあれば、その送信抑制時間が終了するまで待機した後に、設定されている送信抑制時間が所定の閾値未満である無線チャネルがなければ、その送信抑制時間が終了するまで待機せずに、空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを送信する。
- 15

- 20 請求項 1 5 の発明は、請求項 1 4 の発明の送信側無線局において、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあり、さらに設定されている送信抑制時間が所定の閾値未満である無線チャネルがあり、その送信抑制時間が終了するまで待機した後に、再度、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあるかどうかの判定に戻る。

- 25 請求項 1 4, 1 5 の発明では、送信抑制時間が設定されている無線チャネルの中で送信抑制時間が所定の閾値未満の無線チャネルがなければ、その送信抑制時間の終了を待たずに、空き状態の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。一方、送信抑制時間が所定の閾値未満の無線チャネルがあれば、その送信抑制時間が終了するまで待機し、空き状態の無線チャネルを用いて複数の

無線パケットを送信する。したがって、待機時間の上限を設定することができるとともに、待機時間を有効に活用しながら効率的に無線パケットの送信ができる。

請求項 16 の発明は、請求項 1 ～ 8 の発明の送信側無線局において、送信データが生起したときに、物理的なキャリア検出および仮想的なキャリア検出によってすべての無線チャネルが空き状態と判定されるまで待機するか、あるいは所定の確率で待機せずに、空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを送信する。

これにより、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあれば、所定の確率でその送信抑制時間の終了を待たずに、空き状態の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。一方、所定の確率ですべての無線チャネルが空き状態になるまで待機し、その空き状態の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。したがって、待機時間の上限を設定することができるとともに、強制的に送信抑制時間を設定する場合でも、送信抑制時間が連続して設定されることを適当に回避することができる。

請求項 17 の発明は、請求項 1 ～ 8 の発明において、受信側無線局は、受信した無線パケットに送信抑制時間が設定されている場合にその送信抑制時間を受信した無線チャネルに設定するとともに、自局宛ての無線パケットを正常に受信した場合に、被無線チャネルに設定されている送信抑制時間を含む応答パケットを送信側無線局へ送信する。送信側無線局は、無線パケットを送信してから所定の時間内に対応する応答パケットを受信したときに、この応答パケットに含まれる被無線チャネルの送信抑制時間を用いて、被無線チャネルに設定した送信抑制時間を更新する。

これにより、送信抑制時間が設定された被無線チャネルについて、受信側の無線局で送信抑制時間が設定されている場合には、その送信抑制時間を応答パケットに付加して送信側の無線局に送信する。したがって、送信側の無線局では応答パケットに付加された送信抑制時間を用いて、送信時に設定した送信抑制時間を更新することができ、無用な送信抑制時間の設定を回避して効率の改善を図ることができる。

請求項 18 の発明は、送信側無線局と 1 以上の受信側無線局との間で 1 つの無

線チャンネルに多重化されるサブチャンネルが用意され、送信側無線局がサブチャンネルごとに、受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出と、設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出の双方により、空き状態と判定された複数のサブチャンネルに複数の無線パケットをそれぞれ割り当てて並列送信する。このとき、並列送信に利用されるサブチャンネルの中で最長の送受信時間 T_{\max} を要するサブチャンネル以外のサブチャンネルに対して、仮想的なキャリア検出に用いる送信抑制時間として、 T_{\max} に所定の時間 T_s を加えた時間 ($T_{\max} + T_s$) を設定する。

請求項 19 の発明は、請求項 18 の発明の送信側無線局において、サブチャンネルに仮想的なキャリア検出用としてすでに設定されている送信抑制時間が ($T_{\max} + T_s$) より短い場合に、新たな送信抑制時間として ($T_{\max} + T_s$) を設定する。

請求項 18, 19 の発明では、送受信中以外のサブチャンネルで受信ができない場合でも、そのサブチャンネルに最長送受信時間に応じた送信抑制時間を設定することができるので、仮想的なキャリア検出を正常に動作させることができる。

請求項 20 の発明は、送信側無線局が、受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出手段と、設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出手段の双方により、空き状態と判定された無線チャンネルを利用して無線パケットを送信する。このときに、仮想的なキャリア検出手段は、送信する無線チャンネルから漏れこみの影響を受ける対となる被無線チャンネルに対して、送信抑制時間を設定する構成である。

これにより、送信する無線チャンネルからの漏れこみの影響により対となる被無線チャンネルで正常に受信ができない場合でも、対となる被無線チャンネルに無線パケットの送信時間に応じた送信抑制時間を設定することができるので、仮想的なキャリア検出を正常に動作させることができる。

請求項 21 の発明は、送信側無線局が、受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出手段と、設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出手段の双方により、空き状態と判定された複数の無線チャンネルを利用して複数の無線パケットを並列送信する。このときに、

仮想的なキャリア検出手段は、並列送信に利用される無線チャネルの中で最長の送信時間 T_{\max} を要する無線チャネル以外の被無線チャネルに対して、送信抑制時間として、 T_{\max} に所定の時間 T_s を加えた時間($T_{\max} + T_s$)を設定する構成である。

- 5 請求項22の発明は、請求項21の発明の送信側無線局の仮想的なキャリア検出手段が、被無線チャネルに対してすでに設定されている送信抑制時間が($T_{\max} + T_s$)より短い場合に、新たな送信抑制時間として($T_{\max} + T_s$)を設定する構成である。

- 10 請求項21, 22の発明では、並列送信する無線チャネルの中で送信時間が最長の無線チャネルからの漏れこみの影響によりその他の無線チャネルで正常に受信ができない場合でも、その他の無線チャネルに最長送信時間に応じた送信抑制時間を設定することができるので、仮想的なキャリア検出を正常に動作させることができる。

- 15 請求項23の発明は、送信側無線局の仮想的なキャリア検出手段が、複数の無線チャネルの中で互いに送信電力の漏れこみの影響を与える無線チャネルの組み合わせを想定しておき、各組み合わせの無線チャネルの中で最長の送信時間 T_i を要する無線チャネル以外の被無線チャネルに対して、仮想的なキャリア検出に用いる送信抑制時間として、 T_i に所定の時間 T_s を加えた時間($T_i + T_s$)を設定する構成である。

- 20 請求項24の発明は、請求項23の発明の送信側無線局の仮想的なキャリア検出手段が、被無線チャネルに仮想的なキャリア検出用としてすでに設定されている送信抑制時間が($T_i + T_s$)より短い場合に、新たな送信抑制時間として($T_i + T_s$)を設定する構成である。

- 25 請求項423, 24の発明では、複数の無線チャネルの中で互いに送信電力の漏れこみの影響を与える無線チャネルの組み合わせを想定し、各組み合わせの無線チャネルの中で送信時間が最長の無線チャネルからの漏れこみの影響によりその他の無線チャネルで正常に受信ができない場合でも、その他の無線チャネルに最長送信時間に応じた送信抑制時間を設定することができるので、仮想的なキャリア検出を正常に動作させることができる。

請求項 25 の発明は、請求項 20～24 の発明の送信側無線局において、被無線チャンネルで送信無線チャンネルからの漏れこみによる受信電力を検出する手段を含み、仮想的なキャリア検出手段はその受信電力が所定の閾値以上である被無線チャンネルに対して送信抑制時間を設定する構成である。

- 5 これにより、所定の受信電力が検出されなかった無線チャンネルについては、漏れこみの影響がないものとして送信抑制時間の設定対象から外すことができる。したがって、仮想的なキャリア検出を正常に動作させながら、無用な送信抑制時間の設定を回避して効率の改善を図ることができる。

- 10 請求項 26 の発明は、請求項 20～25 の発明の送信側無線局において、被無線チャンネルの受信信号の誤り検出を行う手段を含み、仮想的なキャリア検出手段は誤りが検出された被無線チャンネルに対して送信抑制時間を設定する構成である。

- 15 これにより、受信信号に誤りがない（少ない）無線チャンネルについては、漏れこみの影響がないものとして送信抑制時間の設定対象から外すことができる。したがって、仮想的なキャリア検出を正常に動作させながら、無用な送信抑制時間の設定を回避して効率の改善を図ることができる。

- 20 請求項 27 の発明は、請求項 20～26 の発明の送信側無線局において、被無線チャンネルで無線パケットを受信したときに、受信した無線パケットの誤り検出を行う手段を含み、仮想的なキャリア検出手段は、自局宛ての無線パケットを正常に受信した無線チャンネルで、送信抑制時間が設定されている場合にはその送信抑制時間を解除するとともに、受信した無線パケットのヘッダに占有時間が設定されている場合にはそれに応じた送信抑制時間を新たに設定する構成である。

- 25 これにより、送信抑制時間の設定中に無線パケットが正常に受信される場合には、現在の送信抑制時間を解除し、さらにそのヘッダに記述された占有時間に応じて送信抑制時間を更新することができる。したがって、仮想的なキャリア検出を正常に動作させながら、無用な送信抑制時間の設定を回避して効率の改善を図ることができる。

請求項 28 の発明は、請求項 20～27 の発明の送信側無線局において、仮想的なキャリア検出手段は送信データが生起したときに、送信抑制時間が設定されている無線チャンネルがあればその送信抑制時間が終了するまで待機した後に、空

き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを送信する構成である。

これにより、複数の無線チャネルのうち1つでも送信抑制時間が設定されているものがあればその送信抑制時間が終了するまで待機し、すべての無線チャネルで送信抑制時間が設定されていない状態で、空き状態の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。したがって、他の無線チャネルからの漏れこみの影響を考慮して強制的に送信抑制時間を設定する場合でも、送信抑制時間が連続して設定されることがないので、特定の無線チャネルのビジー状態の継続を回避することができる。

請求項29の発明は、請求項20～27の発明の送信側無線局において、仮想的なキャリア検出手段は送信データが生起したときに、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあり、その最長の送信抑制時間が所定の閾値未満であればその送信抑制時間が終了するまで待機した後に、あるいはその最長の送信抑制時間が所定の閾値以上であればその送信抑制時間が終了するまで待機せずに、空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを送信する構成である。

これにより、送信抑制時間が設定されている無線チャネルの中で最長の送信抑制時間が所定の閾値以上であれば、その送信抑制時間の終了を待たずに、空き状態の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。一方、送信抑制時間が設定されている無線チャネルの中で最長の送信抑制時間が所定の閾値未満であれば、その送信抑制時間が終了するまで待機し、すべての無線チャネルで送信抑制時間が設定されていない状態で、空き状態の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。したがって、待機時間の上限を設定することができるとともに、強制的に送信抑制時間を設定する場合でも、送信抑制時間が連続して設定されることを適当に回避することができる。

請求項30の発明は、請求項20～27の発明の送信側無線局において、仮想的なキャリア検出手段は送信データが生起したときに、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあれば、所定の確率でその送信抑制時間の終了を待たずに、空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを送信する構成である。

これにより、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあれば、所定の確

率でその送信抑制時間の終了を待たずに、空き状態の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。一方、所定の確率で送信抑制時間が終了するまで待機し、すべての無線チャネルで送信抑制時間が設定されていない状態で、空き状態の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。したがって、

5 待機時間の上限を設定することができるとともに、強制的に送信抑制時間を設定する場合でも、送信抑制時間が連続して設定されることを適当に回避することができる。

請求項 31 の発明は、請求項 20 ～ 27 の発明の送信側無線局において、物理的なキャリア検出手段および仮想的なキャリア検出手段は、送信データが生起したときに、すべての無線チャネルが空き状態と判定されるまで待機した後に、空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを送信する構成である。

10

これにより、複数の無線チャネルのうち 1 つでもビジー状態のものがあれば空き状態になるまで待機し、すべての無線チャネルが空き状態になり、その無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。したがって、並列送信に利用する無線チャネルの数を多く設定することができるとともに、強制的に送信抑制時間を設定する場合でも、送信抑制時間が連続して設定されることがないので、特定の無線チャネルのビジー状態の継続を回避することができる。

15

請求項 32 の発明は、請求項 20 ～ 27 の発明の送信側無線局において、物理的なキャリア検出手段および仮想的なキャリア検出手段は、送信データが生起したときに、すべての無線チャネルが空き状態と判定されるまで待機するか、あるいは送信抑制時間が設定されている無線チャネルの最長の送信抑制時間が所定の閾値以上であればその送信抑制時間の終了を待たずに、空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを送信する構成である。

20

これにより、送信抑制時間が設定されている無線チャネルの中で最長の送信抑制時間が所定の閾値以上であれば、その送信抑制時間の終了を待たずに、空き状態の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。一方、送信抑制時間が設定されている無線チャネルの中で最長の送信抑制時間が所定の閾値未満であれば、すべての無線チャネルが空き状態になるまで待機し、その空き状態の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。これにより、待機時

25

間の上限を設定することができるとともに、上記のように強制的に送信抑制時間を設定する場合でも、送信抑制時間が連続して設定されることを適当に回避することができる。

請求項 3 3 の発明は、請求項 2 9 または請求項 3 2 の発明の送信側無線局において、仮想的なキャリア検出手段は、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあるときに、設定されている送信抑制時間が所定の閾値未満である無線チャネルがあれば、その送信抑制時間が終了するまで待機した後に、設定されている送信抑制時間が所定の閾値未満である無線チャネルがなければ、その送信抑制時間が終了するまで待機せずに、空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを送信する構成である。

請求項 3 4 の発明は、請求項 3 3 の発明の送信側無線局において、仮想的なキャリア検出手段は、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあり、さらに設定されている送信抑制時間が所定の閾値未満である無線チャネルがあり、その送信抑制時間が終了するまで待機した後に、再度、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあるかどうかの判定に戻る構成である。

請求項 3 3, 3 4 の発明では、送信抑制時間が設定されている無線チャネルの中で送信抑制時間が所定の閾値未満の無線チャネルがなければ、その送信抑制時間の終了を待たずに、空き状態の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。一方、送信抑制時間が所定の閾値未満の無線チャネルがあれば、その送信抑制時間が終了するまで待機し、空き状態の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを送信する。したがって、待機時間の上限を設定することができるとともに、待機時間を有効に活用しながら効率的に無線パケットの送信ができる。

請求項 3 5 の発明は、請求項 2 0 ~ 2 7 の発明の送信側無線局において、物理的なキャリア検出手段および仮想的なキャリア検出手段は、送信データが生じたときに、すべての無線チャネルが空き状態と判定されるまで待機させるか、あるいは所定の確率で待機せずに、空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを送信する構成である。

これにより、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあれば、所定の確率でその送信抑制時間の終了を待たずに、空き状態の無線チャネルを用いて複数

の無線パケットを並列送信する。一方、所定の確率ですべての無線チャネルが空き状態になるまで待機し、その空き状態の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。したがって、待機時間の上限を設定することができるとともに、強制的に送信抑制時間を設定する場合でも、送信抑制時間が連続して設定

5 されることを適当に回避することができる。

請求項 36 の発明は、請求項 20 ～ 27 の発明において、受信側無線局は、受信した無線パケットに送信抑制時間が設定されている場合にその送信抑制時間を受信した無線チャネルに設定するとともに、自局宛ての無線パケットを正常に受信した場合に、被無線チャネルに設定されている送信抑制時間を含む応答パケッ

10 トを送信側無線局へ送信する手段を含む。送信側無線局は、無線パケットを送信してから所定の時間内に対応する応答パケットを受信したときに、この応答パケットに含まれる被無線チャネルの送信抑制時間を用いて、被無線チャネルに設定した送信抑制時間を更新する手段を含む。

これにより、送信抑制時間が設定された被無線チャネルについて、受信側の無線局で送信抑制時間が設定されている場合には、その送信抑制時間を応答パケットに付加して送信側の無線局に送信する。したがって、送信側の無線局では応答パケットに付加された送信抑制時間を用いて、送信時に設定した送信抑制時間を更新することができ、無用な送信抑制時間の設定を回避して効率の改善を図ることができる。

15

請求項 37 の発明は、複数のサブチャネルを多重化して 1 つの無線チャネルで送受信する 1 つの送受信機と、サブキャリアごとに受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出手段と、サブキャリアごとに設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出手段とを備え、物理的なキャリア検出手段および仮想的なキャリア検出手段の双方により、空き

20 状態と判定された複数のサブチャネルに複数の無線パケットをそれぞれ割り当て、前記送受信機により並列送受信する。このとき、仮想的なキャリア検出手段は、並列送受信に利用されるサブチャネルの中で最長の送受信時間 T_{\max} を要するサブチャネル以外のサブチャネルに対して、前記 T_{\max} に所定の時間 T_s を加えた時間 ($T_{\max} + T_s$) を送信抑制時間として設定する構成である。

25

請求項 38 の発明は、請求項 37 の発明の送信側無線局の仮想的なキャリア検出手段において、サブチャネルに仮想的なキャリア検出用としてすでに設定されている送信抑制時間が ($T_{\max} + T_s$) より短い場合に、新たな送信抑制時間として ($T_{\max} + T_s$) を設定する。

- 5 請求項 37, 38 の発明では、送受信以外以外のサブチャネルで受信ができない場合でも、そのサブチャネルに最長送受信時間に応じた送信抑制時間を設定することができるので、仮想的なキャリア検出を正常に動作させることができる。

図面の簡単な説明

- 10 図 1 は、本発明の第 1 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。
図 2 は、本発明の第 1 の実施形態の動作例を示すタイムチャートである。
図 3 は、本発明の第 2 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。
図 4 は、本発明の第 2 の実施形態の動作例を示すタイムチャートである。
図 5 は、本発明の第 3 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。
- 15 図 6 は、本発明の第 3 の実施形態の動作例を示すタイムチャートである。
図 7 は、本発明の第 4 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。
図 8 は、本発明の第 4 の実施形態の動作例を示すタイムチャートである。
図 9 は、本発明の第 5 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。
図 10 は、本発明の第 5 の実施形態の動作例を示すタイムチャートである。
- 20 図 11 は、本発明の第 6 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。
図 12 は、本発明の第 7 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。
図 13 は、本発明の第 8 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。
図 14 は、本発明の第 9 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。
図 15 は、本発明の第 10 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。
- 25 図 16 は、本発明の第 10 の実施形態の動作例を示すタイムチャートである。
図 17 は、本発明の第 11 の実施形態の動作例を示すタイムチャートである。
図 18 は、本発明の第 12 の実施形態の動作例を示すタイムチャートである。
図 19 は、本発明の第 13 の実施形態の動作例を示すタイムチャートである。
図 20 は、本発明の第 14 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。

図 2 1 は、本発明の第 1 4 の実施形態の動作例を示すタイムチャートである。

図 2 2 は、本発明の第 1 5 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。

図 2 3 は、本発明の第 1 5 の実施形態の動作例を示すタイムチャートである。

図 2 4 は、本発明の第 1 7 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。

5 図 2 5 は、本発明の第 1 7 の実施形態の動作例を示すタイムチャートである。

図 2 6 は、本発明の第 1 8 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。

図 2 7 は、本発明の第 1 8 の実施形態の動作原理を示すタイムチャートである。

図 2 8 は、本発明の第 1 8 の実施形態の変形例の処理手順を示すフローチャートである。

10 図 2 9 は、本発明の第 1 8 の実施形態の変形例の動作原理を示すタイムチャートである。

図 3 0 は、本発明の第 1 9 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。

図 3 1 は、本発明の第 2 0 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。

図 3 2 は、本発明の第 2 0 の実施形態の動作例を示すタイムチャートである。

15 図 3 3 は、本発明の第 2 1 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。

図 3 4 は、本発明の第 2 1 の実施形態の動作例を示すタイムチャートである。

図 3 5 は、本発明の第 2 2 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。

図 3 6 は、本発明の第 2 2 の実施形態の動作例を示すタイムチャートである。

図 3 7 は、本発明の第 2 4 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。

20 図 3 8 は、本発明の第 2 5 の実施形態の送信側の処理手順を示すタイムチャートである。

図 3 9 は、本発明の第 2 5 の実施形態の受信側の処理手順を示すフローチャートである。

図 4 0 は、本発明の第 2 5 の実施形態の動作例を示すタイムチャートである。

25 図 4 1 は、本発明の第 2 6 の実施形態の送信側の処理手順を示すタイムチャートである。

図 4 2 は、本発明の第 2 6 の実施形態の受信側の処理手順を示すフローチャートである。

図 4 3 は、本発明の第 2 6 の実施形態の動作例を示すタイムチャートである。

図 4 4 は、本発明の第 2 6 の実施形態の動作例を示すタイムチャートである。

図 4 5 は、本発明の第 1 ～第 2 6 の実施形態に対応する無線パケット通信装置の構成例を示すブロック構成図である。

図 4 6 は、本発明の第 2 7 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。

5 図 4 7 は、本発明の第 2 7 の実施形態の動作例を示すタイムチャートである。

図 4 8 は、本発明の第 2 7 の実施形態に対応する無線パケット通信装置の構成例を示すブロック構成図である。

図 4 9 は、2つの無線チャネルを用いる無線パケット通信方法の例を説明する図である。

10 図 5 0 は、2つの無線チャネルを用いる無線パケット通信方法の問題点を説明する図である。

発明を実施するための最良の形態

[第 1 の実施形態]

15 図 1 は、本発明の第 1 の実施形態のフローチャートを示す。図 2 は、本発明の第 1 の実施形態の動作例を示す。ここでは、無線局 1, 2 間において無線チャネル # 1, # 2 が用意され、タイミング t_1 において、無線チャネル # 2 がその前に受信した無線パケットにより設定された NAV による仮想的なキャリア検出によりビジー状態にあるものとする。また、無線チャネル # 1, # 2 は、互いに漏れ
20 こみを生じさせる関係にあり、その漏れこみがあれば無線パケットの受信ができないものとする。

図 1 において、送信側の無線局は、空き状態の無線チャネルを検索する (S001)。ここでは、RSSI による物理的なキャリア検出と、NAV による仮想的なキャリア検出を行い、ともにキャリア検出がなければ空き状態と判断する。次に、空
25 き状態の無線チャネルを用いて無線パケットを送信する (S002)。次に、送信する無線チャネルから漏れこみの影響を受ける「対となる被無線チャネル」に対して、送信する無線パケットの送信時間に所定の時間を加えた送信抑制時間を NAV に設定し、送信処理を終了する (S003)。

この送信側の無線局の動作例について、図 2 を参照して具体的に説明する。な

お、図 1 において、対となる無線チャネルとは、無線局 1 から無線局 2 に無線パケットを送信する無線チャネル # 1 に対する無線チャネル # 2 を指す。なお、無線チャネル # 1 から無線チャネル # 2 への漏れこみによる受信電力を検出して認識するようにしてもよい。

- 5 図 2 において、タイミング t_1 では無線チャネル # 1 が空き状態であり、無線チャネル # 2 が NAV によるビジー状態（送信抑制状態）にある。無線局 1 は、タイミング t_1 で空き状態の無線チャネル # 1 を検出し、無線局 2 を宛先とする無線パケットを送信する。このとき、対となる無線チャネル # 2 の NAV が無線パケットの送信時間よりも短いことから、無線パケットの送信時間に所定の時間（無線パケットの送信中に受信パケットにより設定される送信抑制時間に相当）を加えた送信抑制時間を無線チャネル # 2 の NAV に設定する。これにより、無線局 10 1 ではタイミング t_2 で無線チャネル # 2 の無線パケットを受信できない場合でも、無線局 2 の無線チャネル # 2 の NAV と同等のものを設定することができる。

〔第 2 の実施形態〕

- 15 図 3 は、本発明の第 2 の実施形態のフローチャートを示す。図 4 は、本発明の第 2 の実施形態の動作例を示す。ここでは、無線チャネル # 1, # 2, # 3, # 4 が用意され、タイミング t_1 において、無線チャネル # 2, # 4 がその前に受信した無線パケットにより設定された NAV による仮想的なキャリア検出によりビジー状態にあるものとする。また、無線チャネル # 1, # 2, # 3, # 4 は、互
20 いに漏れこみを生じさせる関係にあり、その漏れこみがあれば無線パケットの受信ができないものとする。

- また、以下に示す実施形態は、複数の無線チャネルを用いた並列送信と、公知の空間分割多重技術（黒崎 外、MIMO チャネルにより 100Mbit/s を実現する広帯域移動通信用 SDMA-OFDM 方式の提案、電子情報通信学会技術研究報告、A・P2001-96, RCS2001-135 (2001-10)）が併用されるシステムにも適用可能
25 である。

まず、タイミング t_1 で空き状態の無線チャネルを検索する (S101)。ここでは、RSSI による物理的なキャリアセンスと、NAV による仮想的なキャリアセンス（送信抑制時間の検出）を行い、ともにキャリア検出がなければ空き状態と判

断する。次に、空き状態の無線チャネルを用い、送信待ちのデータパケットから生成される複数の無線パケットを並列送信する (S102)。次に、並列送信する無線パケットの送信時間のうちの最長の送信時間 T_{\max} を検出する (S103)。ここでは、無線チャネル # 1, # 3 が空き状態であり、無線チャネル # 1, # 3 を用いた 2 個 (または各無線チャネルの空間分割多重数の総和) の無線パケットの並列送信を行うが、その中の最長の送信時間 T_{\max} (ここでは無線チャネル # 1 の送信時間 T_1) が検出される。

次に、無線チャネル # 1, # 2, # 3, # 4 ごとに S104~S109 の処理を行う。まず、無線チャネル # i (i は 1, 2, 3, 4) から送信する無線パケットの送信時間 T_i を検出する (S104)。なお、ビジー状態のために無線パケットの送信がなければ $T_i = 0$ である (ここでは $T_2 = T_4 = 0$)。次に、最長の送信時間 T_{\max} と、無線チャネル # i から送信する無線パケットの送信時間 T_i を比較する (S105)。ここでは、無線チャネル # 1 の送信時間 T_1 が最長 ($T_{\max} = T_1$) であり、無線チャネル # 1 以外は $T_{\max} > T_i$ となるので、以下の処理は無線チャネル # 1 以外が対象となる。

なお、本実施形態および以下の実施形態では、並列送信のために生成される複数の無線パケットはパケット長が異なっているものとして説明しているが、並列送信する複数の無線パケットのパケット長を揃えて生成する場合には、以下の処理は無線チャネル # 1, # 3 以外 (無線パケットを送信しない無線チャネル # 2, # 4) が対象となる。以下に示す他の実施形態においても同様である。

$T_{\max} > T_i$ となる無線チャネル # i について、それぞれ NAV に設定されている送信抑制時間 T_{si} を検出する (S106)。ここでは、無線チャネル # 2, # 4 については T_{s2} , T_{s4} 、無線チャネル # 3 については $T_{s3} = 0$ が検出される。次に、 T_{\max} に所定の時間 T_s を加えた時間 ($T_{\max} + T_s$) と、すでに設定されている送信抑制時間 T_{si} を比較し、 $T_{\max} + T_s > T_{si}$ であれば、新たな送信抑制時間として $T_{\max} + T_s$ を NAV に設定し、次の無線チャネルに対する処理を行う (S107, S108, S109)。一方、 $T_{\max} > T_i$ でない無線チャネル # i (ここでは # 1) の場合、あるいは $T_{\max} + T_s > T_{si}$ でない無線チャネル # i (ここでは # 4) の場合は、その無線チャネルに対して何もせずに次の無線チャネルに

対する処理を行う (S105, S107, S109)。

これにより、最長の送信時間 T_{\max} を有する無線チャネル # 1 についてはNAVの設定は行わず、無線チャネル # 2, # 3 についてはNAVに送信抑制時間 ($T_{\max} + T_s$) を設定し、無線チャネル # 4 についてはNAVの現在の送信抑制時間 (T_{s4}) を保持する。したがって、次のタイミング t_2 では、無線チャネル # 2, # 3, # 4 がNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態と判断され、無線チャネル # 1 のみを用いた無線パケットの送信が行われる。また、同時に同様の送信抑制時間の設定が行われる。

[第3の実施形態]

- 10 図5は、本発明の第3の実施形態のフローチャートを示す。図6は、本発明の第3の実施形態の動作例を示す。ここでは、無線チャネル # 1, # 2, # 3, # 4, # 5 が用意され、タイミング t_1 において、無線チャネル # 2, # 5 がその前に受信した無線パケットにより設定されたNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態にあるものとする。また、無線チャネル # 1 ~ # 5 は、隣接チャネル間のみで漏れこみが生じ、その漏れこみがあれば無線パケットの受信ができないものとする。

- 15 まず、タイミング t_1 で空き状態の無線チャネルを検索する (S111)。ここでは、RSSIによる物理的なキャリアセンスと、NAVによる仮想的なキャリアセンス (送信抑制時間の検出) を行い、ともにキャリア検出がなければ空き状態と判断する。次に、空き状態の無線チャネルを用い、送信待ちのデータパケットから生成される複数の無線パケットを並列送信する (S112)。ここでは、無線チャネル # 1, # 3, # 4 が空き状態であり、無線チャネル # 1, # 3, # 4 を用いた3個 (または各無線チャネルの空間分割多重数の総和) の無線パケットの送信を行う。

- 25 次に、送信に利用した無線チャネル # i (ここでは # 1, # 3, # 4) ごとにS113~S120の処理を行う。まず、無線チャネル # i (i は 1, 3, 4) から送信する無線パケットの送信時間 T_i を検出する (S113)。次に、無線チャネル # i が影響を及ぼす無線チャネル # j (ここでは隣接チャネル) ごとにS114~S119の処理を行う。まず、無線チャネル # j から送信する無線パケットの送信時間 T_j

を検出する (S114)。次に、無線チャネル# i と隣接する無線チャネル# j の各送信時間 T_i と T_j を比較し (S115)、 $T_i > T_j$ となる無線チャネル# j は、無線チャネル# i の送信中に送信が終わるので、以下に示す手順 (S116~S118) に従ってNAVに送信抑制時間を設定する。ここでは、無線チャネル# 1, # 3
5 に対する無線チャネル# 2、無線チャネル# 4に対する無線チャネル# 3, # 5 がその対象になる。

次に、 $T_i > T_j$ となる無線チャネル# j (ここでは# 2, # 3, # 5) について、NAVに設定されている送信抑制時間 T_{sj} を検出する (S116)。次に、 T_i に所定の時間 T_s を加えた時間 ($T_i + T_s$) と、すでに設定されている送信抑制時間 T_{sj} を比較し、 $T_i + T_s > T_{sj}$ であれば、新たな送信抑制時間 T_{sj} として $T_i + T_s$ をNAVに設定し、次の無線チャネルに対する処理を行う (S117,
10 S118, S119)。一方、 $T_i > T_j$ でない無線チャネル# j (ここでは# 4) の場合、あるいは $T_i + T_s > T_{sj}$ でない無線チャネル# j (ここでは# 5) の場合は、その無線チャネルに対して何もせずに次の無線チャネルに対する処理を行う
15 (S115, S117, S119)。

以上の処理を送信に利用したすべての無線チャネル# i について行う (S113~S120)。これにより、無線チャネル# 1, # 4, # 5についてはNAVの設定は行わない。無線チャネル# 2については、無線チャネル# 1による送信抑制時間 ($T_1 + T_s$) と、無線チャネル# 3による送信抑制時間 ($T_3 + T_s$) の長い
20 方 ($T_1 + T_s$) がNAVに設定される。無線チャネル# 3については、無線チャネル# 4による送信抑制時間 ($T_4 + T_s$) がNAVに設定される。したがって、次のタイミング t_2 では、無線チャネル# 2, # 3, # 5がNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態と判断され、無線チャネル# 1, # 4を用いた無線パケットの送信が行われる。また、同時に同様の送信抑制時間の設定が行
25 われる。

[第4の実施形態]

第2の実施形態では、並列送信する無線パケットのうち最長の送信時間 T_{\max} を要する無線チャネルを基準に、その他のすべての無線チャネルに対して送信抑制時間 ($T_{\max} + T_s$) を設定する。ただし、すでに設定されている送信抑制時

間 T_{si} が $T_{max} + T_s$ より長ければそのままとする。この方法は、送信時間が最長の無線チャネルからの漏れこみの影響によって受信ができず、そのために新たな送信抑制時間の設定ができない場合を想定し、その他の無線チャネルに一律に送信抑制時間を設定するものである。

- 5 第4の実施形態は、第2の実施形態において送信時間が最長の無線チャネル以外のすべての無線チャネルを対象とする方法に代わり、受信電力を検出して実際に漏れこみの影響を受ける無線チャネルを選択することを特徴とする。

図7は、本発明の第4の実施形態のフローチャートを示す。図8は、本発明の第4の実施形態の動作例を示す。ここでは、無線チャネル#1, #2, #3, #
10 4, #5が用意され、タイミング t_1 において、無線チャネル#2, #5がその前に受信した無線パケットにより設定されたNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態にあるものとする。

まず、タイミング t_1 で空き状態の無線チャネルを検索する (S101)。ここでは、RSSIによる物理的なキャリアセンスと、NAVによる仮想的なキャリアセン
15 ス(送信抑制時間の検出)を行い、ともにキャリア検出がなければ空き状態と判断する。次に、空き状態の無線チャネルを用い、送信待ちのデータパケットから生成される複数の無線パケットを並列送信する (S102)。次に、並列送信する無線パケットの送信時間のうちの最長の送信時間 T_{max} を検出する (S103)。ここでは、無線チャネル#1が空き状態であり、無線チャネル#1, #3, #4を用
20 いた3個(または各無線チャネルの空間分割多重数の総和)の無線パケットの送信を行うが、その中の最長の送信時間 T_{max} (ここでは無線チャネル#1の送信時間 T_1) が検出される。

次に、無線チャネル#1～#5ごとにS104～S109の処理を行う。まず、無線チャネル# i (i は1～5) から送信する無線パケットの送信時間 T_i を検出する
25 (S104)。次に、最長の送信時間 T_{max} と、無線チャネル# i から送信する無線パケットの送信時間 T_i を比較する (S105)。ここでは、無線チャネル#1の送信時間 T_1 が最長 ($T_{max} = T_1$) であり、無線チャネル#1以外は $T_{max} > T_i$ となるので、以下の処理は無線チャネル#1以外が対象となる。

$T_{max} > T_i$ となる無線チャネル# i において、送信中でないときの受信電力

P_i を検出して所定の閾値 P_{th} と比較する (S121, S122)。この受信電力 P_i が P_{th} 以上であれば漏れこみの影響を受けているとして、以下に示す手順 (S106~S108) に従って NAV に送信抑制時間を設定する。ここでは、無線チャネル # 2 の受信電力 P_2 が無線チャネル # 1, # 3 からの漏れこみにより P_{th} 以上となり、
5 無線チャネル # 3, # 5 の受信電力 P_3 , P_5 が無線チャネル # 4 からの漏れこみにより P_{th} 以上となり、無線チャネル # 1, # 4 の受信電力は P_{th} 以上にならない。したがって、無線チャネル # 2, # 3, # 5 に送信抑制時間を設定する。

無線チャネル # i (i は 2, 3, 5) について、NAV に設定されている送信抑制時間 T_{si} を検出する (S106)。ここでは、無線チャネル # 2, # 5 について
10 T_{s2} , T_{s5} が検出される。次に、 T_{max} に所定の時間 T_s を加えた時間 ($T_{max} + T_s$) と、すでに設定されている送信抑制時間 T_{si} を比較し、 $T_{max} + T_s > T_{si}$ であれば、新たな送信抑制時間として $T_{max} + T_s$ を NAV に設定し、次の無線チャネルに対する処理を行う (S107, S108, S109)。一方、 $T_{max} > T_i$ でない無線チャネル # i (ここでは # 1) の場合、あるいは受信電力 P_i が P_{th} より小さい無線チャネル # i (ここでは # 4) の場合、あるいは $T_{max} + T_s > T_{si}$ でない無線チャネル # i (ここでは # 5) の場合は、その無線チャネルに対して何もせずに次の無線チャネルに対する処理を行う (S106, S122, S107, S109)。
15

これにより、最長の送信時間 T_{max} を有する無線チャネル # 1 および漏れこみの影響がない無線チャネル # 4 については NAV の設定は行わず、無線チャネル
20 # 2, # 3 については NAV に送信抑制時間 ($T_{max} + T_s$) を設定し、無線チャネル # 5 については NAV の現在の送信抑制時間 (T_{s5}) を保持する。したがって、次のタイミング t_2 では、無線チャネル # 2, # 3, # 5 が NAV による仮想的なキャリア検出によりビジー状態と判断され、無線チャネル # 1, # 4 を用いた無線パケットの送信が行われる。また、同時に同様の送信抑制時間の設定が
25 行われる。

[第 5 の実施形態]

第 3 の実施形態は、送信に利用する無線チャネル # i からの漏れこみの影響を受ける無線チャネル # j を予め想定し (例えば隣接チャネル)、その無線チャネル # j に対して送信抑制時間 ($T_i + T_s$) を設定する。ただし、複数の無線チャネル

チャネルから影響を受ける無線チャネル# j については、それぞれの送信抑制時間のうち最長のものを設定し、すでに設定されている送信抑制時間 T_{sj} が $T_i + T_s$ より長ければそのままとする。この方法は、漏れこみの影響を受ける無線チャネルを予め絞っておくことにより、漏れこみの影響を受けない無線チャネルに対してまで送信抑制時間が一律に設定されるを回避することができる。

第5の実施形態は、第3の実施形態において漏れこみの影響を受ける無線チャネルを予め想定し、その想定したすべての無線チャネルを対象とする方法に代わり、想定した無線チャネルにおいて受信電力を検出し、実際に漏れこみの影響を受ける無線チャネルを選択することを特徴とする。

図9は、本発明の第5の実施形態のフローチャートを示す。図10は、本発明の第4の実施形態の動作例を示す。ここでは、無線チャネル#1, #2, #3, #4, #5が用意され、タイミング t_1 において、無線チャネル#2, #5がその前に受信した無線パケットにより設定されたNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態にあるものとする。また、無線チャネル#1~#5は、隣接チャネル間のみで漏れこみが生じるものと想定している。

まず、タイミング t_1 で空き状態の無線チャネルを検索する(S111)。ここでは、RSSIによる物理的なキャリアセンスと、NAVによる仮想的なキャリアセンス(送信抑制時間の検出)を行い、ともにキャリア検出がなければ空き状態と判断する。次に、空き状態の無線チャネルを用い、送信待ちのデータパケットから生成される複数の無線パケットを並列送信する(S112)。ここでは、無線チャネル#1, #3, #4が空き状態であり、無線チャネル#1, #3, #4を用いた3個(または各無線チャネルの空間分割多重数の総和)の無線パケットの送信を行う。

次に、送信に利用した無線チャネル# i (ここでは#1, #3, #4) ごとにS113~S120の処理を行う。まず、無線チャネル# i (i は1, 3, 4) から送信する無線パケットの送信時間 T_i を検出する(S113)。次に、無線チャネル# i が影響を及ぼす無線チャネル# j (ここでは隣接チャネル) ごとにS114~S119の処理を行う。まず、無線チャネル# j から送信する無線パケットの送信時間 T_j を検出する(S114)。次に、無線チャネル# i と隣接する無線チャネル# j の各

送信時間 T_i と T_j を比較し (S115)、 $T_i > T_j$ となる無線チャネル # j は、無線チャネル # i の送信中に送信が終わるので、以下に示す手順 (S121~S118) に従ってNAVに送信抑制時間を設定する。ここでは、無線チャネル # 1, # 3 に対する無線チャネル # 2、無線チャネル # 4に対する無線チャネル # 3, # 5 がその対象になる。

次に、 $T_i > T_j$ となる無線チャネル # j (ここでは # 2, # 3, # 5) において、送信中でないときの受信電力 P_i を検出して所定の閾値 P_{th} と比較する

(S121, S122)。この受信電力 P_i が P_{th} 以上であれば漏れこみの影響を受けているとして、以下に示す手順 (S116~S118) に従ってNAVに送信抑制時間を設定する。ここでは、無線チャネル # 2の受信電力 P_2 が無線チャネル # 1, # 3 からの漏れこみにより P_{th} 以上となり、無線チャネル # 3, # 5の受信電力 P_3 , P_5 が無線チャネル # 4からの漏れこみにより P_{th} 以上となり、無線チャネル # 1, # 4の受信電力は P_{th} 以上にならない。したがって、無線チャネル # 2, # 3, # 5に送信抑制時間を設定する。

無線チャネル # i (i は 2, 3, 5) について、NAVに設定されている送信抑制時間 T_{sj} を検出する (S116)。次に、 T_i に所定の時間 T_s を加えた時間 ($T_i + T_s$) と、すでに設定されている送信抑制時間 T_{sj} を比較し、 $T_i + T_s > T_{sj}$ であれば、新たな送信抑制時間 T_{sj} として $T_i + T_s$ をNAVに設定し、次の無線チャネルに対する処理を行う (S117, S118, S119)。一方、 $T_i > T_j$ でない無線チャネル # j (ここでは # 4) の場合、あるいは受信電力 P_i が P_{th} より小さい無線チャネル # i の場合、あるいは $T_i + T_s > T_{sj}$ でない無線チャネル # j (ここでは # 5) の場合は、その無線チャネルに対して何もせずに次の無線チャネルに対する処理を行う (S115, S122, S117, S119)。

以上の処理を送信に利用したすべての無線チャネル # i について行う (S113~S120)。これにより、無線チャネル # 1, # 4, # 5についてはNAVの設定は行わない。無線チャネル # 2については、無線チャネル # 1に対する送信抑制時間 ($T_1 + T_s$) と、無線チャネル # 3に対する送信抑制時間 ($T_3 + T_s$) の長い方 ($T_1 + T_s$) がNAVに設定される。無線チャネル # 3については、その送信後に無線チャネル # 4による送信抑制時間 ($T_4 + T_s$) がNAVに設定

される。したがって、次のタイミング t_2 では、無線チャネル# 2, # 3, # 5がNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態と判断され、無線チャネル# 1, # 4を用いた無線パケットの送信が行われる。また、同時に同様の送信抑制時間の設定が行われる。

5 [第6の実施形態]

以下に示す第6～第9の実施形態は、第2～第5の実施形態において、受信した無線パケットの誤りを検出して漏れこみの影響を確認する手順(S131)を追加したものである。

図11は、本発明の第6の実施形態のフローチャートを示す。本実施形態は、
10 第2の実施形態において、 $T_{max} > T_i$ となる無線チャネル# i において(S105)、受信した無線パケットに誤りがあるか否かを検査し(S131)、誤りがあれば漏れこみの影響を受けているとして、以下に示す手順(S106～S108)に従ってNAVに送信抑制時間を設定することを特徴とする。図4の例では、無線チャネル# 2, # 3, # 4が直ちに送信抑制時間の設定に入るのではなく、受信される無線パ
15 ットに誤りがある無線チャネルについて、NAVに設定されている送信抑制時間 T_{si} の検出(S106)に進む。その他の手順は第2の実施形態と同様である。

[第7の実施形態]

図12は、本発明の第7の実施形態のフローチャートを示す。本実施形態は、
第3の実施形態において、 $T_i > T_j$ となる無線チャネル# j において(S115)、
20 受信した無線パケットに誤りがあるか否かを検査し(S131)、誤りがあれば漏れこみの影響を受けているとして、以下に示す手順(S116～S118)に従ってNAVに送信抑制時間を設定することを特徴とする。図6の例では、無線チャネル# 2, # 3, # 5が直ちに送信抑制時間の設定に入るのではなく、受信される無線パ
ケットに誤りがある無線チャネルについて、NAVに設定されている送信抑制時間
25 T_{si} の検出(S116)に進む。その他の手順は第3の実施形態と同様である。

[第8の実施形態]

図13は、本発明の第8の実施形態のフローチャートを示す。本実施形態は、
第4の実施形態において、 $T_{max} > T_i$ となりかつ $P_i > P_{th}$ となる無線チャ
ネル# i において(S105, S121, S122)、受信した無線パケットに誤りがあるか否

かを検査し (S131)、誤りがあれば漏れこみの影響を受けているとして、以下に示す手順 (S106~S108) に従ってNAVに送信抑制時間を設定することを特徴とする。図8の例では、無線チャネル#2, #3, #5が直ちに送信抑制時間の設定に入るのではなく、受信される無線パケットに誤りがある無線チャネルについて、NAVに設定されている送信抑制時間 T_{si} の検出 (S106) に進む。その他の手順は第3の実施形態と同様である。

本実施形態では、送信時間 T_i が T_{max} より短く ($T_i = 0$ を含む)、受信電力 P_i が P_{th} 以上であり、受信した無線パケットに誤りがあり、送信抑制時間 T_{si} が $T_{max} + T_s$ より短い ($T_{si} = 0$ を含む) 無線チャネル# i について、送信時間 T_{max} の無線チャネルからの漏れこみの影響があると見なし、送信抑制時間 $T_{max} + T_s$ を設定する。

[第9の実施形態]

図14は、本発明の第9の実施形態のフローチャートを示す。本実施形態は、第5の実施形態において、 $T_i > T_j$ となりかつ $P_i > P_{th}$ となる無線チャネル# j において (S115, S121, S122)、受信した無線パケットに誤りがあるか否かを検査し (S131)、誤りがあれば漏れこみの影響を受けているとして、以下に示す手順 (S116~S118) に従ってNAVに送信抑制時間を設定することを特徴とする。図10の例では、無線チャネル#2, #3, #5が直ちに送信抑制時間の設定に入るのではなく、受信される無線パケットに誤りがある無線チャネルについて、NAVに設定されている送信抑制時間 T_{si} の検出 (S116) に進む。その他の手順は第5の実施形態と同様である。

本実施形態では、無線チャネル# i が影響を及ぼす無線チャネル# j において、送信時間 T_j が T_i より短く ($T_j = 0$ を含む)、受信電力 P_j が P_{th} 以上であり、受信した無線パケットに誤りがあり、送信抑制時間 T_{sj} が $T_i + T_s$ より短い ($T_{sj} = 0$ を含む) 無線チャネル# j について、無線チャネル# i からの漏れこみの影響があると見なし、送信抑制時間 $T_i + T_s$ を設定する。

[第10の実施形態]

第2の実施形態は、無線チャネル#1からの漏れこみを想定して無線チャネル#2, #3のNAVに送信抑制時間 ($T_{max} + T_s$) を設定することにより、図

50に示したように無線パケットが受信できずにNAVの設定ができない事態を回避することができる。しかし、NAVが設定された無線チャネル#2, #3およびすでにNAVが設定されている無線チャネル#4において、無線パケットの受信が全くできないわけではない。仮に送信抑制時間の設定中に無線パケットが正常に受信される場合には、現在の送信抑制時間を解除し、さらにそのヘッダに記述された占有時間に応じて送信抑制時間を更新するようにしてもよい。本実施形態の特徴は、無線パケットが正常に受信された無線チャネルにおいて、送信抑制時間の解除および更新を行うところにある。

図15は、本発明の第10の実施形態のフローチャートを示す。図16は、本発明の第10の実施形態の動作例を示す。ここでは、図3に示す第2の実施形態の処理により、時刻t1で図4に示すように無線チャネル#2, #3, #4にNAVが設定されるものとする。

各無線チャネルでは、無線パケットの送信がないアイドル中あるいは空き状態の無線チャネルの検索中に、他の無線局から送信された無線パケットが受信された場合にその受信処理を行う(S201, S202)。受信処理では、CRCチェックによって誤り検出を行い、正常に受信された無線パケットのうち自局宛てのものを選択する。ここでは、無線パケットが受信された無線チャネル#2~#4のうち、無線チャネル#2, #4で自局宛ての無線パケットが正常に受信されたものとする。

無線チャネル#i(ここでは#2, #4)において、当該無線チャネルに送信抑制時間が設定されているか否かを検出し(S203)、設定されている場合にはその送信抑制時間を解除(0にリセット)する(S204)。続いて、無線パケットのヘッダ中に占有時間を表すフィールドがあるか否かを検出し(S205)、占有時間が設定されている場合にはNAVにその値を送信抑制時間として設定し(S206)、次の無線チャネルに対する処理を行う(S207)。ここでは、自局宛ての無線パケットが受信された無線チャネル#2, #4にそれぞれ送信抑制時間が設定されているものの、無線チャネル#2の無線パケットのヘッダに占有時間が設定されていないので、無線チャネル#2については送信抑制時間の解除のみが行われ、無線チャネル#4については送信抑制時間の更新が行われる。

このように、NAVが設定された無線チャネル# 2, # 3およびすでにNAVが設定されている無線チャネル# 4において、無線パケットが正常に受信された場合には現在の送信抑制時間を解除することができ、さらにそのヘッダに記述された占有時間に応じて送信抑制時間を更新することができる。したがって、図1

5 6に示す次のタイミングt2では、無線チャネル# 3, # 4がNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態と判断され、無線チャネル# 1, # 2を用いた無線パケットの並列送信が行われる。また、同時に同様の送信抑制時間の設定が行われる。

[第11の実施形態]

10 図5および図6に示す第3の実施形態においても同様に、NAVが設定された無線チャネル# 2, # 3およびすでにNAVが設定されている無線チャネル# 5において、無線パケットが正常に受信された場合には現在の送信抑制時間を解除することができ、さらにそのヘッダに記述された占有時間に応じて送信抑制時間を更新することができる。

15 図17は、第3の実施形態（図5, 6）において、無線パケットが正常に受信された場合に送信抑制時間の解除および更新を行う手順に基づく動作例を示す。ここでは、自局宛ての無線パケットが受信された無線チャネル# 2, # 5にそれぞれ送信抑制時間が設定されているものの、無線チャネル# 2の無線パケットのヘッダに占有時間が設定されていないので、無線チャネル# 2については送信抑

20 制時間の解除のみが行われ、無線チャネル# 5については送信抑制時間の更新が行われる。したがって、次のタイミングt2では、無線チャネル# 3, # 5がNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態と判断され、無線チャネル# 1, # 2, # 4を用いた無線パケットの並列送信を行うことができる。

[第12の実施形態]

25 図7および図8に示す第4の実施形態においても同様に、NAVが設定された無線チャネル# 2, # 3およびすでにNAVが設定されている無線チャネル# 5において、無線パケットが正常に受信された場合には現在の送信抑制時間を解除することができ、さらにそのヘッダに記述された占有時間に応じて送信抑制時間を更新することができる。

図18は、第4の実施形態（図7，8）において、無線パケットが正常に受信された場合に送信抑制時間の解除および更新を行う手順に基づく動作例を示す。ここでは、自局宛ての無線パケットが受信された無線チャネル#2，#5にそれぞれ送信抑制時間が設定されているものの、無線チャネル#2の無線パケットのヘッダに占有時間が設定されていないので、無線チャネル#2については送信抑制時間の解除のみが行われ、無線チャネル#5については送信抑制時間の更新が行われる。したがって、次のタイミング t_2 では、無線チャネル#3，#5がNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態と判断され、無線チャネル#1，#2，#4を用いた無線パケットの並列送信を行うことができる。

10 [第13の実施形態]

図9および図10に示す第5の実施形態においても同様に、NAVが設定された無線チャネル#2，#3およびすでにNAVが設定されている無線チャネル#5において、無線パケットが正常に受信された場合には現在の送信抑制時間を解除することができ、さらにそのヘッダに記述された占有時間に応じて送信抑制時間を更新することができる。

図19は、第5の実施形態（図9，10）において、無線パケットが正常に受信された場合に送信抑制時間の解除および更新を行う手順に基づく動作例を示す。ここでは、自局宛ての無線パケットが受信された無線チャネル#2，#5にそれぞれ送信抑制時間が設定されているものの、無線チャネル#2の無線パケットのヘッダに占有時間が設定されていないので、無線チャネル#2については送信抑制時間の解除のみが行われ、無線チャネル#5については送信抑制時間の更新が行われる。したがって、次のタイミング t_2 では、無線チャネル#3，#5がNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態と判断され、無線チャネル#1，#2，#4を用いた無線パケットの並列送信を行うことができる。

25 [第14の実施形態]

図20は、本発明の第14の実施形態のフローチャートを示す。図21は、本発明の第14の実施形態の動作例を示す。ここでは、無線チャネル#1，#2，#3が用意され、送信データ生起(1)のタイミングにおいて、無線チャネル#2がその前に受信した無線パケットにより設定されたNAVによる仮想的なキャリア

ア検出によりビジー状態にあるものとする。また、無線チャネル# 1, # 2, # 3は、互いに漏れこみを生じさせる関係にあり、その漏れこみがあれば無線パケットの受信ができないものとする。

まず、送信バッファにデータが到着すると、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあるか否かを判断し、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあればその送信抑制時間が終了するまで待機する (S301, S302)。ここでは、送信データ生起(1)のタイミングにおいて、無線チャネル# 2のNAVに送信抑制時間が設定されており、その送信抑制時間が終了するタイミング t_1 まで待機する。次に、タイミング t_1 において、RSSIによる物理的キャリアセンスにより、空き状態の無線チャネルを検索する (S311)。次に、空き状態の無線チャネルを用い、送信待ちのデータパケットから生成される複数の無線パケットを並列送信する (S312)。次に、並列送信する無線パケットの送信時間のうちの最長の送信時間 T_{max} を検出する (S313)。ここでは、無線チャネル# 1~# 3が空き状態であり、無線チャネル# 1~# 3を用いた3個（または各無線チャネルの空間分割多重数の総和）の無線パケットの送信を行うが、その中の最長の送信時間 T_{max} （ここでは無線チャネル# 1の送信時間 T_1 ）が検出される。

次に、無線チャネル# 1, # 2, # 3ごとにS314~S317の処理を行う。まず、無線チャネル# i (i は1, 2, 3)から送信する無線パケットの送信時間 T_i を検出する (S314)。なお、ビジー状態のために無線パケットの送信がなければ $T_i = 0$ である。次に、最長の送信時間 T_{max} と、無線チャネル# i から送信する無線パケットの送信時間 T_i を比較する (S315)。ここでは、無線チャネル# 1の送信時間 T_1 が最長 ($T_{max} = T_1$) であり、無線チャネル# 1以外は $T_{max} > T_i$ となるので、以下の処理は無線チャネル# 1以外が対象となる。

$T_{max} > T_i$ となる無線チャネル# i について、 T_{max} に所定の時間 T_s を加えた時間 ($T_{max} + T_s$)をNAVに設定し、次の無線チャネルに対する処理を行う (S316, S317)。一方、 $T_{max} > T_i$ でない無線チャネル# i （ここでは# 1）の場合は、その無線チャネルに対して何もせずに次の無線チャネルに対する処理を行う (S315, S317)。これにより、最長の送信時間 T_{max} を有する無線チャネル# 1についてはNAVの設定を行わず、無線チャネル# 2, # 3について

はNAVに送信抑制時間 ($T_{\max} + T_s$) を設定する。このように、無線チャネル# 1からの漏れこみを想定して無線チャネル# 2, # 3のNAVに送信抑制時間 ($T_{\max} + T_s$) を設定することにより、図50に示したように無線パケットが受信できずにNAVの設定ができない事態を回避することができる。

- 5 次に、送信データ生起(2)のタイミングでは、無線チャネル# 2, # 3にS316による送信抑制時間が設定されており、それが終了するタイミング t_2 まで待機する。タイミング t_2 では無線チャネル# 1に受信信号があり、無線チャネル# 2, # 3が空き状態と判断される。以下同様に、無線チャネル# 2, # 3を用いて並列送信が行われるとともに、ここでは無線チャネル# 1, # 2のNAVに新たな
- 10 送信抑制時間 ($T_{\max} + T_s$) が設定される。したがって、その間の送信データ生起(3)に対して待機となる。

[第15の実施形態]

- 図22は、本発明の第15の実施形態のフローチャートを示す。図23は、本発明の第15の実施形態の動作例を示す。ここでは、無線チャネル# 1, # 2,
- 15 # 3が用意され、送信データ生起(1)のタイミングにおいて、無線チャネル# 2がその前に受信した無線パケットにより設定されたNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態にあるものとする。また、無線チャネル# 1～# 3は、あらかじめ設定されるチャネル間（例えば隣接チャネル間）のみで漏れこみを生じさせる関係にあり（この点が第14の実施形態と異なる）、その漏れこみがあれば無線パケットの受信ができないものとする。
- 20

- まず、送信バッファにデータが到着すると、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあるか否かを判断し、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあればその送信抑制時間が終了するまで待機する (S301, S302)。ここでは、送信データ生起(1)のタイミングにおいて、無線チャネル# 2のNAVに送信抑制
- 25 時間が設定されており、その送信抑制時間が終了するタイミング t_1 まで待機する。次に、タイミング t_1 において、RSSIによる物理的キャリアセンスにより、空き状態の無線チャネルを検索する (S321)。次に、空き状態の無線チャネルを用い、送信待ちのデータパケットから生成される複数の無線パケットを並列送信する (S322)。ここでは、無線チャネル# 1～# 3が空き状態であり、無線チャ

ネル# 1 ~ # 3 を用いた 3 個（または各無線チャネルの空間分割多重数の総和）の無線パケットの送信を行う。

次に、送信に利用した無線チャネル# i （ここでは# 1, # 2, # 3）ごとに S323~S328 の処理を行う。まず、無線チャネル# i （ i は 1, 2, 3）から送信する無線パケットの送信時間 T_i を検出する（S323）。次に、無線チャネル# i が影響を及ぼす無線チャネル# j （ここでは隣接チャネル）ごとに S324~S327 の処理を行う。まず、無線チャネル# j から送信する無線パケットの送信時間 T_j を検出する（S324）。次に、無線チャネル# i と隣接する無線チャネル# j の各送信時間 T_i と T_j を比較し（S325）、 $T_i > T_j$ となる無線チャネル# j は、無線チャネル# i の送信中に送信が終わるので、NAV に送信抑制時間を設定する（S326）。タイミング t_1 では、無線チャネル# 1, # 3 に対する無線チャネル# 2 がその対象になる。すなわち、 $T_i > T_j$ となる無線チャネル# j （ここでは# 2）について、NAV に送信抑制時間 $T_i + T_s$ を設定し、次の無線チャネルに対する処理を行う（S326, S327）。一方、 $T_i > T_j$ でない無線チャネル# j の場合は、その無線チャネルに対して何もせずに次の無線チャネルに対する処理を行う（S325, S327）。

以上の処理を送信に利用したすべての無線チャネル# i について行う（S323~S328）。これにより、無線チャネル# 1, # 3 については NAV の設定は行わない。無線チャネル# 2 については、無線チャネル# 1 による送信抑制時間（ $T_1 + T_s$ ）と、無線チャネル# 3 による送信抑制時間（ $T_3 + T_s$ ）の長い方（ $T_1 + T_s$ ）が NAV に設定される。したがって、次の送信データ生起(2)のタイミングでは、無線チャネル# 2 に S326 による送信抑制時間が設定されており、それが終了するタイミング t_2 まで待機する。

タイミング t_2 では無線チャネル# 1 に受信信号があり、無線チャネル# 2, # 3 が空き状態と判断される。以下同様に、無線チャネル# 2, # 3 を用いて並列送信が行われるとともに、ここでは無線チャネル# 1, # 3 の NAV に新たな送信抑制時間（ $T_2 + T_s$ ）が設定される。

[第 16 の実施形態]

第 14 の実施形態では、並列送信する無線パケットのうち最長の送信時間 T_{ma}

x を要する無線チャネルを基準に、その他のすべての無線チャネルに対して送信抑制時間 ($T_{\max} + T_s$) を設定する。この方法は、送信時間が最長の無線チャネルからの漏れこみの影響によって受信ができず、そのために新たな送信抑制時間の設定ができない場合を想定し、その他のすべての無線チャネルに一律に送信抑制時間を設定するものである。

これに代わり、受信電力を検出して実際に漏れこみの影響を受ける無線チャネルを選択し、その無線チャネルに対して送信抑制時間の設定を行うようにしてもよい。すなわち、図20のS315の $T_{\max} > T_i$ となる無線チャネル# i において、送信中でないときの受信電力 P_i を検出して所定の閾値 P_{th} と比較し、この受信電力 P_i が P_{th} 以上であれば漏れこみの影響を受けているとして、無線チャネル# i のNAVに送信抑制時間 $T_{\max} + T_s$ を設定する。これにより、漏れこみの影響がない無線チャネルについてはNAVの設定は行わないようにすることができる。

第15の実施形態は、送信に利用する無線チャネル# i からの漏れこみの影響を受ける無線チャネル# j を予め想定し（例えば隣接チャネル）、その無線チャネル# j に対して送信抑制時間 ($T_i + T_s$) を設定する。この方法は、漏れこみの影響を受ける無線チャネルを予め絞っておくことにより、漏れこみの影響を受けない無線チャネルに対してまで送信抑制時間が一律に設定されることを回避するものである。

これに代わり、想定した無線チャネルにおいて受信電力を検出し、実際に漏れこみの影響を受ける無線チャネルを選択し、その無線チャネルに対して送信抑制時間の設定を行うようにしてもよい。すなわち、図22のS325の $T_i > T_j$ となる無線チャネル# j において、送信中でないときの受信電力 P_j を検出して所定の閾値 P_{th} と比較し、この受信電力 P_j が P_{th} 以上であれば漏れこみの影響を受けているとして、無線チャネル# j のNAVに送信抑制時間 $T_i + T_s$ を設定する。これにより、漏れこみの影響がない無線チャネルについてはNAVの設定は行わないようにすることができる。

また、第14および第15の実施形態において、受信した無線パケットの誤り検出を行い、誤りが検出された場合に漏れこみの影響があるものとして、各実施

形態に示す手順によりNAVに送信抑制時間を設定するようにしてもよい。

[第17の実施形態]

図24は、本発明の第17の実施形態のフローチャートを示す。図25は、本発明の第17の実施形態の動作例を示す。ここでは、無線チャンネル#1, #2, #3が用意され、送信データ生起(1)のタイミングにおいて、無線チャンネル#2がその前に受信した無線パケットにより設定されたNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態にあるものとする。また、無線チャンネル#1, #2, #3は、互いに漏れこみを生じさせる関係にあり(この点は第14の実施形態と同じ)、その漏れこみがあれば無線パケットの受信ができないものとする。

- 5 まず、送信バッファにデータが到着すると、送信抑制時間が設定されている無線チャンネルがあるか否かを判断し、送信抑制時間が設定されている無線チャンネルがあれば、そのうちの最長の送信抑制時間が閾値 T_{th} 以上か否かを判断し、それが閾値未満であれば送信抑制時間が設定されている無線チャンネルの送信抑制時間が終了するまで待機する(S301, S302, S303)。一方、送信抑制時間が設定されている無線チャンネルのうちの最長の送信抑制時間が閾値 T_{th} 以上であれば、待機せず
- 10 ずに次の処理に進む(S303)。

- ここでは、送信データ生起(1)のタイミングにおいて、無線チャンネル#2のNAVに送信抑制時間が設定されており、その送信抑制時間 T_{s2} が閾値 T_{th} 以上であるので、待機せずに次の処理に進む。そのタイミング t_1 において、RSSIによる物理的キャリアセンスとNAVによる仮想的なキャリアセンスを行い、ともに空
- 20 き状態の無線チャンネルを検索する(S311')。次に、空き状態の無線チャンネルを用い、送信待ちのデータパケットから生成される複数の無線パケットを並列送信する(S312)。次に、並列送信する無線パケットの送信時間のうちの最長の送信時間 T_{max} を検出する(S313)。ここでは、無線チャンネル#1, #3が空き状態であり、無線チャンネル#1, #3を用いた2個(または各無線チャンネルの空間分割多重数の総和)の無線パケットの送信を行うが、その中の最長の送信時間 T_{max} (ここでは無線チャンネル#1の送信時間 T_1)が検出される。

次に、無線チャンネル#1, #2, #3ごとにS314~S317の処理を行う。まず、無線チャンネル# i (i は1, 2, 3)から送信する無線パケットの送信時間 T_i

を検出する (S314)。なお、ビジー状態のために無線パケットの送信がなければ $T_i = 0$ である (ここでは $T_2 = 0$)。次に、最長の送信時間 T_{\max} と、無線チャネル # i から送信する無線パケットの送信時間 T_i を比較する (S315)。ここでは、無線チャネル # 1 の送信時間 T_1 が最長 ($T_{\max} = T_1$) であり、無線チャネル # 1 以外は $T_{\max} > T_i$ となるので、以下の処理は無線チャネル # 1 以外が対象となる。

$T_{\max} > T_i$ となる無線チャネル # i について、それぞれ NAV に設定されている送信抑制時間 T_{si} を検出する (S318)。ここでは、無線チャネル # 2 について T_{s2} が検出される。次に、 T_{\max} に所定の時間 T_s を加えた時間 ($T_{\max} + T_s$) と、すでに設定されている送信抑制時間 T_{si} を比較し、 $T_{\max} + T_s > T_{si}$ であれば、新たな送信抑制時間として $T_{\max} + T_s$ を NAV に設定し、次の無線チャネルに対する処理を行う (S319, S316, S317)。一方、 $T_{\max} > T_i$ でない無線チャネル # i (ここでは # 1) の場合、あるいは $T_{\max} + T_s > T_{si}$ でない無線チャネル # i の場合は、その無線チャネルに対して何もせずに次の無線チャネルに対する処理を行う (S315, S319, S317)。

これにより、最長の送信時間 T_{\max} を有する無線チャネル # 1 については NAV の設定は行わず、無線チャネル # 2, # 3 については NAV に送信抑制時間 ($T_{\max} + T_s$) を設定する。このように、無線チャネル # 1 からの漏れこみを想定して無線チャネル # 2, # 3 の NAV に送信抑制時間 ($T_{\max} + T_s$) を設定することにより、図 50 に示したように無線パケットが受信できずに NAV の設定ができない事態を回避することができる。

次に、送信データ生起 (2) のタイミングでは、無線チャネル # 2, # 3 に S316 による送信抑制時間が設定されており、その送信抑制時間が閾値 T_{th} 未満であるので、それが終了するタイミング t_2 まで待機する。タイミング t_2 では無線チャネル # 1 に受信信号があり、無線チャネル # 2, # 3 が空き状態と判断される。以下同様に、無線チャネル # 2, # 3 を用いて並列送信が行われるとともに、ここでは無線チャネル # 1, # 2 の NAV に新たな送信抑制時間 ($T_{\max} + T_s$) が設定される。

なお、第 17 の実施形態は、図 20 に示す第 14 の実施形態に S303、S318、S3

19を追加したものである。同様に、図22に示す第15の実施形態にもS303、S318、S319を追加することができる。また、第14の実施形態および第15の実施形態の変形である受信電力を検出して実際に漏れこみの影響を受ける無線チャネルを選択する形態や、受信した無線パケットの誤り検出を行い、誤りが検出された場合に漏れこみの影響を受ける無線チャネルとして選択する形態にも、同様に適用することができる。

[第18の実施形態]

第17の実施形態のS303は、送信抑制時間が設定されている無線チャネルのうち、最長の送信抑制時間が閾値 T_{th} 以上であれば待機せずに現状の空きチャネルを用いた送信を行い、閾値 T_{th} 未満であれば送信抑制時間が設定されている無線チャネルの送信抑制時間が終了するまで待機する。すなわち、送信抑制時間が設定されている無線チャネルの中で1つでも閾値 T_{th} 以上の送信抑制時間が設定されていれば待機しない。第18の実施形態の特徴は、設定されている送信抑制時間が閾値 T_{th} 以上と閾値 T_{th} 未満の無線チャネルがある場合に、閾値 T_{th} 未満の無線チャネルの送信抑制時間が終了するまで待機するところにある。

図26は、本発明の第18の実施形態のフローチャートを示す。図27は、本発明の第18の実施形態の動作原理を示す。図28は、本発明の第18の実施形態の変形例のフローチャートを示す。図29は、本発明の第18の実施形態の変形例の動作原理を示す。ここでは、図24のS303に代わる部分のみを示す。

図26において、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあるか否かを判断し、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあれば、設定されている送信抑制時間が閾値 T_{th} 未満の無線チャネルがあるかどうか判定する(S302, S303a)。図27に示す閾値 T_{th1} の場合には、送信抑制時間が設定されている無線チャネル#2、#3のいずれも閾値 T_{th1} 以上になる。閾値 T_{th2} の場合には、送信抑制時間が設定されている無線チャネル#2、#3のうち、#2のみが閾値 T_{th2} 以上になる。閾値 T_{th3} の場合には、送信抑制時間が設定されている無線チャネル#2、#3のうちいずれも閾値 T_{th3} 未満である。

S303aにおいて、設定されている送信抑制時間が閾値 T_{th} 未満の無線チャネルがないと判定された場合(図27の閾値 T_{th1} の場合)には、空き状態の無線チャ

チャネルが検索される (S311')。図 27 の例では、無線チャネル # 1 を用いた送信が行われる。一方、設定されている送信抑制時間が閾値 T_{th} 未満の無線チャネルがありと判定された場合 (図 27 の閾値 T_{th2} , T_{th3} の場合) には、閾値 T_{th} 以下の送信抑制時間が終了するまで待機する (S303b)。図 27 の閾値 T_{th2} の例では無線チャネル # 3 の送信抑制時間が終了するまで待機し、閾値 T_{th3} の例では、無線チャネル # 2, # 3 の送信抑制時間が終了するまで待機する。

なお、第 17 の実施形態と本実施形態の違いは、図 27 の例において、閾値 T_{th2} の場合に前者は待機せず、後者は待機して無線チャネル # 3 の送信抑制時間の終了を待つところにある。閾値 T_{th1} , T_{th3} の場合には両者の違いはない。

ところで、S303b の処理において、閾値 T_{th2} の場合に無線チャネル # 3 の送信抑制時間の終了を待ち、無線チャネル # 1, # 3 を用いた並列送信が可能になるが、無線チャネル # 2 の送信抑制時間によってはさらに待機して並列送信に用いる無線チャネルを増やした方がよい場合がある。この場合には、図 28 に示すように、S303b の待機の後に S302 に戻り、再度 S303a の判定を行うようにする。

図 29 の例は、図 27 の閾値 T_{th2} に対応するものであり、無線チャネル # 2 の送信抑制時間が閾値 T_{th} 以上であり、無線チャネル # 3 の送信抑制時間が閾値 T_{th} 未満である。このとき、無線チャネル # 3 の送信抑制時間が終了するまで待機するが、その時点において図 29 (2) に示すように、無線チャネル # 2 の送信抑制時間が閾値 T_{th} 以上か閾値 T_{th} 未満かの判定をする (S303a)。ここで、閾値 T_{th} 以上であれば、待機せずに無線チャネル # 1, # 3 を用いた送信を行い、閾値 T_{th} 未満であれば、待機して無線チャネル # 1, # 2, # 3 のすべてが空き状態になるのを待つ。

[第 19 の実施形態]

図 30 は、本発明の第 19 の実施形態のフローチャートを示す。

第 17 の実施形態は、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあり、そのうちの最長の送信抑制時間が閾値 T_{th} 以上であるときに、その送信抑制時間の終了を待つことなく、空き状態の無線チャネルを検索して送信する処理に移行するものであった。本実施形態の特徴は、この最長の送信抑制時間と閾値 T_{th} との比較処理 (S303) に代えて、確率 p で空き状態の無線チャネルを検索して送信す

る処理に移行し (S304)、確率 $(1 - p)$ で一定時間待機 (S305) 後に送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあるか否かの判断 (S302) に戻るところにある。これにより、送信抑制時間の長短にかかわらず確率 p で送信処理が可能になる。

- 5 なお、確率 p は一定の値でもよいし、設定されている送信抑制時間に応じて可変 (例えば送信抑制時間に対して単調減少となる関数) であってもよい。

[第20の実施形態]

- 図31は、本発明の第20の実施形態のフローチャートを示す。図32は、本発明の第20の実施形態の動作例を示す。ここでは、無線チャネル#1, #2, #3が用意され、送信データ生起(1)のタイミングにおいて、無線チャネル#2がその前に受信した無線パケットにより設定されたNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態にあるものとする。また、無線チャネル#1, #2, #3は、互いに漏れこみを生じさせる関係にあり、その漏れこみがあれば無線パケットの受信ができないものとする。

- 15 -まず、送信バッファにデータが到着すると、RSSIによる物理的キャリアセンスと、NAVによる仮想的キャリアセンス (送信抑制時間の検出) を行い、すべての無線チャネルが空き状態か否かを判断する (S301, S306)。ここでは、送信データ生起(1)のタイミングにおいて、無線チャネル#2のNAVに送信抑制時間が設定されており、その送信抑制時間が終了し、かつすべての無線チャネルが空き状態となるタイミング t_1 まで待機する。次に、タイミング t_1 において空き状態の無線チャネルを用い、送信待ちのデータパケットから生成される複数の無線パケットを並列送信する (S312)。次に、並列送信する無線パケットの送信時間のうちの最長の送信時間 T_{max} を検出する (S313)。ここでは、無線チャネル#1~#3が空き状態であり、無線チャネル#1~#3を用いた3個 (各無線チャネルの空間分割多重数の総和) の無線パケットの送信を行うが、その中の最長の送信時間 T_{max} (ここでは無線チャネル#1の送信時間 T_1) が検出される。

次に、無線チャネル#1, #2, #3ごとに、第14の実施形態と同様のS314~S317の処理を行う。これにより、無線チャネル#1からの漏れこみを想定して無線チャネル#2, #3のNAVに送信抑制時間 ($T_{max} + T_s$) を設定するこ

とにより、図50に示したように無線パケットが受信できずにNAVの設定ができない事態を回避することができる。

次に、送信データ生起(2)のタイミングでは、無線チャネル#2、#3にS316により送信抑制時間が設定されており、さらに無線チャネル#1が受信信号によってビジー状態にあり、このすべての無線チャネルが空き状態となるタイミングt3まで待機する。タイミングt3では、同様に無線チャネル#1～#3を用いて並列送信が行われるとともに、ここでは送信時間が最長の無線チャネル#3を除く無線チャネル#1、#2のNAVに新たな送信抑制時間($T_{\max} + T_s$)が設定される。

10 [第21の実施形態]

図33は、本発明の第21の実施形態のフローチャートを示す。図34は、本発明の第21の実施形態の動作例を示す。ここでは、無線チャネル#1、#2、#3が用意され、送信データ生起(1)のタイミングにおいて、無線チャネル#2がその前に受信した無線パケットにより設定されたNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態にあるものとする。また、無線チャネル#1～#3は、あらかじめ設定されるチャネル間(例えば隣接チャネル間)のみで漏れこみが生じ(この点が第20の実施形態と異なる)、その漏れこみがあれば無線パケットの受信ができないものとする。

まず、送信バッファにデータが到着すると、RSSIによる物理的キャリアセンスと、NAVによる仮想的キャリアセンス(送信抑制時間の検出)を行い、すべての無線チャネルが空き状態か否かを判断する(S301, S306)。ここでは、送信データ生起(1)のタイミングにおいて、無線チャネル#2のNAVに送信抑制時間が設定されており、その送信抑制時間が終了し、かつすべての無線チャネルが空き状態となるタイミングt1まで待機する。次に、タイミングt1において空き状態の無線チャネルを用い、送信待ちのデータパケットから生成される複数の無線パケットを並列送信する(S322)。ここでは、無線チャネル#1～#3が空き状態であり、無線チャネル#1～#3を用いた3個(各無線チャネルの空間分割多重数の総和)の無線パケットの送信を行う。

次に、送信に利用した無線チャネル#i(ここでは#1、#2、#3)ごとに、

第 15 の実施形態と同様の S323～S328 の処理を行う。これにより、無線チャネル # 1, # 3 については NAV の設定は行わない。無線チャネル # 2 については、無線チャネル # 1 による送信抑制時間 ($T1 + Ts$) と、無線チャネル # 3 による送信抑制時間 ($T3 + Ts$) の長い方 ($T1 + Ts$) が NAV に設定される。

- 5 次に、送信データ生起 (2) のタイミングでは、無線チャネル # 2 に S326 により送信抑制時間が設定されており、さらに無線チャネル # 1 が受信信号によってビジー状態にあり、このすべての無線チャネルが空き状態となるタイミング $t3$ まで待機する。タイミング $t3$ では、同様に無線チャネル # 1～# 3 を用いて並列送信が行われるとともに、ここでは送信時間が最長の無線チャネル # 2 に隣接する無線チャネル # 1, # 3 の NAV に新たな送信抑制時間 ($T2 + Ts$) が設定される。

- 10 なお、第 20 の実施形態および第 21 の実施形態においても、受信電力を検出して実際に漏れこみの影響を受ける無線チャネルを選択するようにしてもよい。また、受信した無線パケットの誤り検出を行い、誤りが検出された場合に漏れこみの影響を受ける無線チャネルとして選択するようにしてもよい。

[第 22 の実施形態]

- 20 図 35 は、本発明の第 22 の実施形態のフローチャートを示す。図 36 は、本発明の第 22 の実施形態の動作例を示す。ここでは、無線チャネル # 1, # 2, # 3 が用意され、送信データ生起 (1) のタイミングにおいて、無線チャネル # 2 がその前に受信した無線パケットにより設定された NAV による仮想的なキャリア検出によりビジー状態にあるものとする。また、無線チャネル # 1, # 2, # 3 は、互いに漏れこみを生じさせる関係にあり (この点は第 20 の実施形態と同じ)、その漏れこみがあれば無線パケットの受信ができないものとする。

- 25 まず、送信バッファにデータが到着すると、RSSI による物理的キャリアセンスと、NAV による仮想的キャリアセンス (送信抑制時間の検出) を行い、すべての無線チャネルが空き状態か否かを判断する。そして、送信抑制時間が設定されて空き状態でない無線チャネルがあれば、そのうちの最長の送信抑制時間が閾値 T_{th} 以上か否かを判断し、それが閾値以下であれば送信抑制時間が終了して空き状態になるまで待機する (S301, S306, S303)。一方、送信抑制時間が設定

されている無線チャネルのうちの最長の送信抑制時間が閾値 T_{th} 以上であれば、待機せずに次の処理に進む (S303)。

ここでは、送信データ生起(1)のタイミングにおいて、無線チャネル#2のNAVに送信抑制時間が設定されており、その送信抑制時間 T_{s2} が閾値 T_{th} 以上であるので、待機せずに次の処理に進む。そのタイミング t_1 において、RSSIによる物理的キャリアセンスとNAVによる仮想的なキャリアセンスを行い、ともに空き状態の無線チャネルを検索する (S311')。次に、空き状態の無線チャネルを用い、送信待ちのデータパケットから生成される複数の無線パケットを並列送信する (S312)。次に、並列送信する無線パケットの送信時間のうちの最長の送信時間 T_{max} を検出する (S313)。ここでは、無線チャネル#1, #3が空き状態であり、無線チャネル#1, #3を用いた2個(各無線チャネルの空間分割多重数の総和)の無線パケットの送信を行うが、その中の最長の送信時間 T_{max} (ここでは無線チャネル#1の送信時間 T_1) が検出される。

次に、無線チャネル#1, #2, #3ごとに、第17の実施形態と同様のS314~S319の処理を行う。これにより、最長の送信時間 T_{max} を有する無線チャネル#1についてはNAVの設定は行わず、無線チャネル#2, #3についてはNAVに送信抑制時間 ($T_{max} + T_s$) を設定する。このように、無線チャネル#1からの漏れこみを想定して無線チャネル#2, #3のNAVに送信抑制時間 ($T_{max} + T_s$) を設定することにより、図50に示したように無線パケットが受信できずにNAVの設定ができない事態を回避することができる。

次に、送信データ生起(2)のタイミングでは、無線チャネル#2, #3にS316による送信抑制時間が設定されているが、その送信抑制時間が閾値 T_{th} 以下であり、さらに無線チャネル#1が受信信号によってビジー状態にあり、このすべての無線チャネルが空き状態となるタイミング t_3 まで待機する。タイミング t_3 では同様に、無線チャネル#1~#3を用いて並列送信が行われるとともに、ここでは送信時間が最長の無線チャネル#3を除く無線チャネル#1, #2のNAVに新たな送信抑制時間 ($T_{max} + T_s$) が設定される。

なお、第22の実施形態は、図31に示す第20の実施形態にS303、S311'、S318、S319を追加したものである。同様に、図33に示す第21の実施形態にも

- S303、S311'、S318、S319を追加することができる。また、第20の実施形態および第21の実施形態の変形である受信電力を検出して実際に漏れこみの影響を受ける無線チャネルを選択する形態や、受信した無線パケットの誤り検出を行い、誤りが検出された場合に漏れこみの影響を受ける無線チャネルとして選択する形態にも、同様に適用することができる。

[第23の実施形態]

- 第22の実施形態においても、第17の実施形態と第18の実施形態の関係のように、設定されている送信抑制時間が閾値 T_{th} 以上と閾値 T_{th} 未満の無線チャネルがある場合に、閾値 T_{th} 未満の無線チャネルの送信抑制時間が終了するまで待機するようにしてもよい。

[第24の実施形態]

図37は、本発明の第24の実施形態のフローチャートを示す。

- 第22の実施形態では、送信抑制時間が設定されて空き状態でない無線チャネルがあれば、そのうちの最長の送信抑制時間が閾値 T_{th} 以上であるときに、その送信抑制時間の終了を待つことなく、空き状態の無線チャネルを検索して送信する処理に移行するものであった。本実施形態の特徴は、この最長の送信抑制時間と閾値 T_{th} との比較処理(S303)に代えて、確率 p で空き状態の無線チャネルを検索して送信する処理に移行し(S304)、確率 $(1-p)$ で一定時間待機(S305)後に送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあるか否かの判断(S302)に戻るところにある。これにより、送信抑制時間の長短にかかわらず確率 p で送信処理が可能になる。

なお、確率 p は一定の値でもよいし、設定されている送信抑制時間に応じて可変(例えば送信抑制時間に対して単調減少となる関数)であってもよい。

[第25の実施形態]

- 図38は、本発明の第25の実施形態の送信側の処理手順のフローチャートを示す。図39は、本発明の第25の実施形態における受信側の処理手順のフローチャートを示す。図40は、本発明の第25の実施形態の動作例(1)、(2)を示す。ここでは、無線局1、2間において無線チャネル#1、#2が用意され、タイミング t_1 において、無線チャネル#2がその前に受信した無線パケットにより設定

されたNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態にあるものとする。
また、無線チャネル#1, #2は、互いに漏れこみを生じさせる関係にあり、その漏れこみがあれば無線パケットの受信ができないものとする。

図38において、送信側の無線局は、空き状態の無線チャネルを検索する(S401)。ここでは、RSSIによる物理的なキャリア検出と、NAVによる仮想的なキャリア検出を行い、ともにキャリア検出がなければ空き状態と判断する。次に、空き状態の無線チャネルを用いて無線パケットを送信する(S402)。次に、送信する無線チャネルから漏れこみの影響を受ける無線チャネル(ここでは「対となる無線チャネル」という)に対して、送信する無線パケットの送信時間に所定の時間を加えた送信抑制時間をNAVに設定する(S403)。なお、無線チャネル#1に対して対となる無線チャネル#2は既知であるか、実際に無線チャネル#1から無線チャネル#2への漏れこみによる受信電力を検出して認識するようにしてもよい。次に、送信した無線パケットに対するACKパケットを受信するためのACKタイマをスタートさせ、ACKタイムアウトする前にACKパケットを受信するか否かを監視する(S404, S405, S406)。ここで、ACKパケットを受信できずにACKタイムアウトした場合には送信処理を終了し、必要に応じて無線パケットの再送処理を行う(S407)。

一方、ACKタイムアウトする前にACKパケットを受信した場合にはACKタイマを停止し(S408)、ACKパケットに対となる無線チャネルのNAV情報があるか否かを確認する(S409)。ここで、NAV情報が付加されたACKパケットの場合には、そのNAV情報に応じて対となる無線チャネルに設定しているNAVを更新し(S410)、送信処理を終了する(S411)。また、NAV情報がない通常のフレームフォーマットのACKパケットの場合には送信処理を終了する(S411)。なお、ステップS409の処理は、通常のフレームフォーマットのACKパケットしか送信できない無線局を含むシステムに対応するものであり、すべてのACKパケットにNAV情報が付加されるシステムの場合には、ステップS409の判断処理は不要となる。

図39において、受信側の無線局は、自局宛ての無線パケットを正常に受信すると、各無線チャネルに設定されているNAVを判定する(S421, S422)。なお、

各無線チャネルのNAVは、それぞれの無線チャネルに受信した無線パケット（自局宛てでないものも含む）に記述されている送信抑制時間によって設定されているものとする。次に、正常に受信した無線パケットに対するACKパケットを生成するが、このとき対となる無線チャネルのNAV情報をACKパケットに付加する（S423）。なお、対となる無線チャネルに無線パケットが受信されずNAVが「0」になっている場合には、ACKパケットに付加するNAV情報は「0」になる。このように対となる無線チャネルのNAV情報が付加されたACKパケットを送信し（S424）、無線パケットの受信処理を終了する。

10 以上示した送信側の無線局1および受信側の無線局2の処理手順による動作例について、図40を参照して具体的に説明する。なお、図38および図39において、対となる無線チャネルとは、無線局1から無線局2に無線パケットを送信する無線チャネル#1に対する無線チャネル#2を指すものとする。

図40(1)において、タイミングt1では無線チャネル#1が空き状態であり、無線チャネル#2がNAVによるビジー状態（送信抑制状態）にある。無線局1は、タイミングt1で空き状態の無線チャネル#1を検出し、無線局2を宛先とする無線パケットを送信する。このとき、対となる無線チャネル#2のNAVが無線パケットの送信時間よりも短いことから、無線パケットの送信時間に所定の時間（無線パケットの送信中に受信パケットにより設定される送信抑制時間に相当）を加えた送信抑制時間を無線チャネル#2のNAVに設定する。その後、無線局1は、無線局2から送信されるACKパケットの受信を待つ。

一方、無線局2では、無線チャネル#1の無線パケットを正常に受信すると、対となる無線チャネル#2に設定されているNAVを判定する。ここでは、タイミングt2に無線チャネル#2に受信した無線パケットによりNAVが設定されており、ACKパケットにこのNAV情報を付加して送信する。

25 無線局1は、無線チャネル#1で送信した無線パケットに対するACKパケットを受信すると、ACKパケットに付加されているNAV情報に応じて無線チャネル#2に設定しているNAVを更新する。ここでは、タイミングt1で設定したNAVを解除し、ACKパケットに付加されているNAV情報に応じた再設定によりNAVが短縮される。このように、無線局1では無線チャネル#2の無線パ

ケットを受信できない場合でも、無線局 2 の無線チャネル # 2 の NAV を用いた設定が可能となり、タイミング t_1 で設定した見込みの NAV を更新して最適なものとすることができる。

また、図 40 (2) に示すように、無線局 1 がタイミング t_1 で無線チャネル # 2 に NAV を設定したものの、無線チャネル # 2 に受信信号がない場合には次のようになる。無線局 2 から送信される ACK パケットに付加される NAV 情報は「0」となり、無線局 1 はその ACK パケットを受信したときに無線チャネル # 2 に設定している NAV を更新（解除）する。これにより、無線チャネル # 2 に見込みで設定した NAV が ACK パケットの受信とともに解除され、ただちに無線チャネル # 2 の利用が可能となる。

[第 26 の実施形態]

第 26 の実施形態は、複数の無線チャネルが同時に使用される場合に対応するものであり、例えば複数の無線チャネルを同時に使用して複数の無線パケットを並列送信するシステムに適用される。また、複数の無線チャネルを用いた並列送信と、公知の空間分割多重技術（黒崎 外、MIMO チャネルにより 100Mbit/s を実現する広帯域移動通信用 SDM-COFDM 方式の提案、電子情報通信学会技術研究報告、A・P 2001-96, RCS2001-135 (2001-10)）が併用されるシステムであつてもよい。

図 41 は、本発明の第 26 の実施形態の送信側の処理手順のフローチャートを示す。図 42 は、本発明の第 26 の実施形態における受信側の処理手順のフローチャートを示す。図 43 および図 44 は、本発明の第 26 の実施形態の動作例 (1), (2), (3) のタイムチャートを示す。ここでは、無線局 1, 2 間において無線チャネル # 1, # 2 が用意され、タイミング t_1 において、無線チャネル # 1, # 2 が空き状態にあるものとする。また、無線チャネル # 1, # 2 は、互いに漏れこみを生じさせる関係にあり、その漏れこみがあれば無線パケットの受信ができないものとする。

図 41 において、送信側の無線局は、空き状態の無線チャネルを検索し、空き状態の複数の無線チャネルを用いて無線パケットを送信する (S431, S432)。次に、複数の無線チャネルで同時に送信される無線パケットの送信時間を比較し、

各無線チャネルの送信中に対となる無線チャネルにおいて無送信時間（空き状態）が生じるか否か、すなわち送信する無線チャネルから漏れこみの影響を受ける対となる無線チャネルがあるか否かを判定する（S433）。ここで、対となる無線チャネルがある場合には、複数の無線チャネルで同時に送信される無線パケットの送信時間のうち最長の送信時間 T_{\max} を検出し、その送信時間 T_{\max} に所定の時間を加えた送信抑制時間を算出する。そして、最長の送信時間 T_{\max} の無線パケットが送信される無線チャネルに対して対となる無線チャネルのNAVにこの送信抑制時間を設定する（S434）。なお、S433、S434の処理は、例えば図3に示す第2の実施形態のS103～S109の処理に対応するものである。

10 以下、第25の実施形態と同様であり、送信した無線パケットに対するACKパケットを受信するためのACKタイマをスタートさせ、ACKタイムアウトする前にACKパケットを受信するか否かを監視する（S404、S405、S406）。ここで、ACKパケットを受信できずにACKタイムアウトした場合には送信処理を終了し、必要に応じて無線パケットの再送処理を行う（S407）。

15 一方、ACKタイムアウトする前にACKパケットを受信した場合にはACKタイマを停止し（S408）、ACKパケットに対となる無線チャネルのNAV情報があるか否かを確認する（S409）。ここで、NAV情報が付加されたACKパケットの場合には、そのNAV情報に応じて対となる無線チャネルに設定しているNAVを更新し（S410）、送信処理を終了する（S411）。また、NAV情報がな
20 い通常のフレームフォーマットのACKパケットの場合には送信処理を終了する（S411）。

図42において、受信側の無線局は、複数の無線チャネルを用いて送信された自局宛ての無線パケットを正常に受信すると、それぞれの受信時間を比較して、各無線チャネルの受信中に他の無線チャネルにおいて無受信時間が生じるか否か、
25 すなわち送信側の無線局で対となる無線チャネルにNAVが設定されているか否かを判定する（S441、S442）。各無線チャネルの受信中に無受信時間が生じる無線チャネルがあれば、第25の実施形態と同様にステップS422、S423、S424により対となる無線チャネルのNAV情報を付加したACKパケットを生成して送信する。一方、無受信時間が生じる無線チャネルがなければ、NAV情報を含まな

いACKパケット（通常フォーマット）を生成して送信する（S442, S443, S424）。

以上示した送信側の無線局1および受信側の無線局2の処理手順による動作例について、図43および図44を参照して具体的に説明する。

図43(1)において、タイミングt1では無線チャネル#1, #2が空き状態で
5 あり、各無線チャネルでそれぞれ無線パケットの送信が行われる。ここでは、無線チャネル#1の無線パケットの送信時間が無線チャネル#2の無線パケットの送信時間より長いものとする。無線局1は、タイミングt1で空き状態の無線チャネル#1, #2を検出し、無線局2を宛先とする無線パケットをそれぞれ送信する。このとき、無線チャネル#2の無線パケットの送信時間が短いことから、無線
10 線チャネル#1の対となる無線チャネル#2に対して、無線チャネル#1の無線パケットの送信時間に所定の時間を加えた送信抑制時間をNAVに設定する。その後、無線局1は、無線局2から送信されるACKパケットの受信を待つ。

一方、無線局2では、無線チャネル#1, #2の無線パケットを正常に受信すると、無線チャネル#1の受信中に無線チャネル#2に無受信時間が生じること
15 （無線チャネル#2の受信中に無線チャネル#1に無受信時間が生じないこと）が判定される。したがって、無線チャネル#2では、受信した無線パケットに対するACKパケットとして通常フォーマットのもの（NAV情報を含まないもの）を生成して送信する。一方、無線チャネル#1では、対となる無線チャネル#2に設定されているNAVを判定し、ACKパケットにこのNAV情報を付加
20 して送信する。

無線局1は、無線チャネル#1で送信した無線パケットに対するACKパケットを受信すると、ACKパケットに付加されているNAV情報に応じて無線チャネル#2に設定しているNAVを更新する。ここでは、タイミングt1で設定したNAVを解除し、ACKパケットに付加されているNAV情報に応じた再設定に
25 よりNAVが短縮される。

このように、受信側の無線局2で無線チャネル#1, #2の無線パケットの受信時間を比較することにより、無線チャネル#2に送信側でNAVが設定されていることがわかる。したがって、無線局2において、無線チャネル#1の無線パケットに対するACKパケットに無線チャネル#2のNAV情報を付加すること

により、送信側の無線局 1 で無線チャネル # 2 に設定した NAV を更新することができる。すなわち、無線局 1 では無線チャネル # 2 の無線パケットを受信できない場合でも、無線局 2 の無線チャネル # 2 の NAV を用いた設定が可能となり、タイミング t_1 で設定した見込みの NAV を更新して最適なものとして行うことができる。

また、図 4 3 (2) に示すように、無線局 1 がタイミング t_1 で無線チャネル # 2 に NAV を設定したものの、無線チャネル # 2 に受信信号がない場合には次のようになる。無線局 2 から送信される ACK パケットに付加される NAV 情報は「0」となり、無線局 1 はその ACK パケットを受信したときに無線チャネル # 2 に設定している NAV を更新（解除）する。これにより、無線チャネル # 2 に見込みで設定した NAV が ACK パケットの受信とともに解除され、無線チャネル # 2 の利用が可能となる。

また、図 4 4 に示す第 2 6 の実施形態の動作例 (3) のように、空き状態の無線チャネル # 1, # 2 で送信する無線パケットの送信時間が等しい場合（完全な並列送信の場合）には、一方の無線チャネルの送信中に他方の無線チャネルに無送信時間（空き状態）が生じることがない。したがって、この場合には送信側の無線局で各無線チャネルに送信抑制時間を設定する必要がないので、受信側の無線局も NAV 情報を含まない ACK パケットを返せばよい。

なお、対となる無線チャネルの NAV 情報が付加された ACK パケットは、例えばヘッダ内に、対となる無線チャネルとその NAV 情報を記述するフィールドを設けることにより、受信側の無線局から送信側の無線局へ伝達することができる。送信側の無線局では、ACK フレームの CRC チェックにより正常に受信が確認された場合にそのフィールドを参照し、対となる無線チャネルの NAV を更新すればよい。

25 [無線パケット通信装置の構成例]

図 4 5 は、第 1 の実施形態～第 2 6 の実施形態の無線パケット通信方法に対応する無線パケット通信装置の構成例を示す。ここでは、3 個の無線チャネル # 1, # 2, # 3 を用いて 3 個の無線パケットを並列に送受信可能な無線パケット通信装置の構成について示すが、その並列数は任意に設定可能である。なお、各無線

チャンネルごとに空間分割多重を利用する場合には、複数の無線チャンネルの各空間分割多重数の総和に相当する並列送信数の無線パケットを並列に送受信可能であるが、ここでは空間分割多重については省略する。また、複数の無線チャンネルを個々に独立に使用する場合についても同様である。

- 5 図において、無線パケット通信装置は、送受信処理部 10-1, 10-2, 10-3 と、送信バッファ 21, データパケット生成部 22, データフレーム管理部 23, チャンネル状態管理部 24, パケット振り分け送信制御部 25, パケット順序管理部 26 およびヘッダ除去部 27 とを備える。

- 送受信処理部 10-1, 10-2, 10-3 は、互いに異なる無線チャンネル # 1, # 2, # 3 で無線通信を行う。これらの無線チャンネルは、互いに無線周波数などが異なるので互いに独立であり、同時に複数の無線チャンネルを利用して無線通信できる構成になっている。各送受信処理部 10 は、変調器 11, 無線送信部 12, アンテナ 13, 無線受信部 14, 復調器 15, パケット選択部 16 およびキャリア検出部 17 を備える。

- 15 他無線パケット通信装置が互いに異なる無線チャンネル # 1, # 2, # 3 を介して送信した無線信号は、それぞれ対応する送受信処理部 10-1, 10-2, 10-3 のアンテナ 13 を介して無線受信部 14 に入力される。各無線チャンネル対応の無線受信部 14 は、入力された無線信号に対して周波数変換、フィルタリング、直交検波および AD 変換を含む受信処理を施す。なお、各無線受信部 14
- 20 には、それぞれ接続されたアンテナ 13 が送信のために使用されていない時に、各無線チャンネルにおける無線伝搬路上の無線信号が常時入力されており、各無線チャンネルの受信電界強度を表す RSSI 信号がキャリア検出部 17 へ出力される。また、無線受信部 14 に対応する無線チャンネルで無線信号が受信された場合には、受信処理されたベースバンド信号が復調器 15 へ出力される。

- 25 復調器 15 は、無線受信部 14 から入力されたベースバンド信号に対してそれぞれ復調処理を行い、得られたデータパケットや応答パケット（第 1, 第 25, 第 26 の実施形態の ACK パケット）はパケット選択部 16 へ出力される。パケット選択部 16 は、入力されたパケットに対して CRC チェックを行い、誤りが検出されなかったパケットはキャリア検出部 17 へ出力する（後述する NAV 設

定用)。また、データパケットが誤りなく受信された場合には、そのデータパケットが自局に対して送信されたものか否かを識別する。すなわち、各データパケットの宛先IDが自局と一致するか否かを調べ、自局宛てのデータパケットをパケット順序管理部26へ出力するとともに、図示しない応答パケット生成部で応答パケットを生成して変調器11に送出し、応答処理を行う。一方、自局宛でないデータパケットの場合には、パケット選択部16で当該パケットが破棄される。

パケット順序管理部26は、入力された各データパケットに付加されているシーケンス番号を調べ、受信した複数のデータパケットの並びを適切な順番、すなわちシーケンス番号順に並べ替える。その結果を受信データパケット系列としてヘッダ除去部27へ出力する。ヘッダ除去部27は、入力された受信データパケット系列に含まれている各々のデータパケットからヘッダ部分を除去し、受信データフレーム系列として出力する。

キャリア検出部17は、RSSI信号が入力されると、その信号によって表される受信電界強度の値と予め設定した閾値とを比較する。そして、所定の期間中の受信電界強度が連続的に閾値よりも小さい状態が継続すると、割り当てられた無線チャネルが空き状態であると判定し、それ以外の場合には割り当てられた無線チャネルがビジーであると判定する。各無線チャネルに対応するキャリア検出部17は、この判定結果をキャリア検出結果として出力する。なお、各送受信処理部10において、アンテナ13が送信状態である場合にはキャリア検出部17にRSSI信号が入力されない。また、アンテナ13が既に送信状態にある場合には、同じアンテナ13を用いて他のデータパケットを無線信号として同時に送信することはできない。したがって、各キャリア検出部17はRSSI信号が入力されなかった場合には、割り当てられた無線チャネルがビジーであることを示すキャリア検出結果を出力する。

また、キャリア検出部17は、パケット選択部16から入力されたパケット内に記述された占有時間をNAVに設定する。そして、このNAVの値および無線受信部14から入力されたPSSI信号に応じて、対応する無線チャネルが空き状態かビジーかを判定する。各無線チャネルに対応するキャリア検出部17から出力されるキャリア検出結果CS1～CS3は、チャネル状態管理部24に入力され

る。チャネル状態管理部 24 は、各無線チャネルに対応するキャリア検出結果に基づいて各無線チャネルの空き状態を管理し、空き状態の無線チャネルおよび空きチャネル数などの情報をデータフレーム管理部 23 に通知する（図 45, a）。

一方、送信バッファ 21 には、送信すべき送信データフレーム系列が入力され、
5 バッファリングされる。この送信データフレーム系列は、1つあるいは複数のデータフレームで構成される。送信バッファ 21 は、現在保持しているデータフレームの数、宛先となる無線パケット通信装置の ID 情報、データサイズ、バッファ上の位置を表すアドレス情報などをデータフレーム管理部 23 に逐次通知する（b）。

10 データフレーム管理部 23 は、送信バッファ 21 から通知された各宛先無線局 ID ごとのデータフレームに関する情報と、チャネル状態管理部 24 から通知された無線チャネルに関する情報に基づき、どのデータフレームからどのようにデータパケットを生成し、どの無線チャネルで送信するかを決定し、それぞれ送信
15 バッファ 21, データパケット生成部 22 およびデータパケット振り分け送信制御部 25 に通知する（c, d, e）。例えば、空き状態の無線チャネル数 N が送信バッファ 21 にある送信待ちのデータフレーム数 K より少ない場合に、空き状態の無線チャネル数 N を並列送信するデータパケット数として決定し、送信バッファ 21 に対して K 個のデータフレームから N 個のデータフレームを指定するアドレス情報を通知する（c）。また、データパケット生成部 22 に対しては、送
20 信バッファ 21 から入力したデータフレームから N 個のデータパケットを生成するための情報を通知する（d）。また、パケット振り分け送信制御部 25 に対しては、データパケット生成部 22 で生成された N 個のデータパケットと空き状態の無線チャネルとの対応を指示する（e）。

送信バッファ 21 は、出力指定されたデータフレームをデータパケット生成部
25 22 に出力する（f）。データパケット生成部 22 は、各データフレームからデータ領域を抽出して複数のデータブロックを生成し、このデータブロックに当該データパケットの宛先となる宛先無線局の ID 情報やデータフレームの順番を表すシーケンス番号などの制御情報を含むヘッダ部と、誤り検出符号である CRC 符号（FCS 部）を付加してデータパケットを生成する。なお、データパケット

- 生成部 22 では、パケット長が揃った複数のデータブロックを生成してもよいし、生成される各データブロックのパケット長が異なってもよい。また、制御情報には、受信側の無線局がデータパケットを受信した際に、元のデータフレームに変換するために必要な情報も含まれる。パケット振り分け送信制御部 25 は、
- 5 データパケット生成部 22 から入力された各データパケットと各無線チャネルとの対応付けを行う。

- このような対応付けの結果、無線チャネル # 1 に対応付けられたデータパケットは送受信処理部 10-1 内の変調器 11 に入力され、無線チャネル # 2 に対応付けられたデータパケットは送受信処理部 10-2 内の変調器 11 に入力され、
- 10 無線チャネル # 3 に対応付けられたデータパケットは送受信処理部 10-3 内の変調器 11 に入力される。各変調器 11 は、パケット振り分け送信制御部 25 からデータパケットが入力されると、そのデータパケットに対して所定の変調処理を施して無線送信部 12 に出力する。各無線送信部 12 は、変調器 11 から入力された変調処理後のデータパケットに対して、DA 変換、周波数変換、フィルタ
- 15 リング及び電力増幅を含む送信処理を施し、それぞれ対応する無線チャネルを介してアンテナ 13 から無線パケットとして送信する。

- 第 1 の実施形態～第 26 の実施形態で示した各無線チャネルに対する送信抑制時間の設定、解除、更新等の処理は、データフレーム管理部 23 の制御に基づいてチャネル状態管理部 24 からキャリア検出部 17 の NAV に対して行われる。
- 20 例えば、データフレーム管理部 23 は、並列送受信に利用される無線チャネルの中で最長の送受信時間 T_{\max} を要する無線チャネル以外の無線チャネルに対して、仮想的なキャリア検出に用いる送信抑制時間として、 T_{\max} に所定の時間 T_s を加えた時間 ($T_{\max} + T_s$) を算出し、チャネル状態管理部 24 を介して、キャリア検出部 17 の各無線チャネルに対応する NAV に設定する。これにより、複
- 25 数の無線チャネルを使用する場合に、隣接チャネルへの漏れこみなどに起因して無線パケットが受信できず、NAV の設定ができない事態を回避する。

[第 27 の実施形態]

図 46 は、本発明の第 27 の実施形態のフローチャートを示す。図 47 は、本発明の第 27 の実施形態の動作例を示す。本実施形態は、1 つの無線チャネルに

多重化される複数のサブチャネルを利用する場合に適用する例を示す。なお、自局が1つの無線チャネルの一部のサブチャネルで送受信を行っている間は、先方の無線局が他のサブチャネルを用いて送信した無線パケットを受信できないので、図50に示した問題は複数のサブチャネルを利用する場合にも当てはまる。

- 5 ここでは、サブチャネル#1, #2, #3, #4が用意され、タイミング t_1 において、サブチャネル#2, #4がその前に受信した無線パケットにより設定されたNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態にあるものとする。また、サブチャネル#1, #2, #3, #4は、送受信機が1つであるために、一部のサブチャネルが送受信中であれば他のサブチャネルを用いた送受信ができないものとする。

- 10 まず、タイミング t_1 で空き状態のサブチャネルを検索する(S501)。ここでは、RSSIによる物理的なキャリアセンスと、NAVによる仮想的なキャリアセンス(送信抑制時間の検出)を行い、ともにキャリア検出がなければ空き状態と判断する。次に、空き状態のサブチャネルを用い、送受信待ちのデータパケットの数に応じて並列送受信する(S502)。次に、並列送受信する無線パケットの送信時間(または受信時間)のうちの最長の送受信時間 T_{\max} を検出する(S503)。
- 15 ここでは、サブチャネル#1, #3が空き状態であり、サブチャネル#1, #3を用いた2個の無線パケットの送受信を行うが、その中の最長の送受信時間 T_{\max} (ここではサブチャネル#1の送受信時間 T_1)が検出される。

- 20 次に、サブチャネル#1, #2, #3, #4ごとにS504~S509の処理を行う。
- まず、サブチャネル# i (i は1, 2, 3, 4)で送受信する無線パケットの送受信時間 T_i を検出する(S504)。なお、ビジー状態のために無線パケットの送受信がなければ $T_i = 0$ である(ここでは $T_2 = T_4 = 0$)。次に、最長の送受信時間 T_{\max} と、サブチャネル# i で送受信する無線パケットの送受信時間 T_i
- 25 を比較する(S505)。ここでは、サブチャネル#1の送受信時間 T_1 が最長($T_{\max} = T_1$)であり、サブチャネル#1以外は $T_{\max} > T_i$ となるので、以下の処理はサブチャネル#1以外が対象となる。

$T_{\max} > T_i$ となるサブチャネル# i について、それぞれNAVに設定されている送信抑制時間 T_{si} を検出する(S506)。ここでは、サブチャネル#2, #4

については T_{s2} , T_{s4} 、サブチャネル# 3については $T_{s3}=0$ が検出される。次に、 T_{max} に所定の時間 T_s を加えた時間 ($T_{max} + T_s$) と、すでに設定されている送信抑制時間 T_{si} を比較し、 $T_{max} + T_s > T_{si}$ であれば、新たな送信抑制時間として $T_{max} + T_s$ をNAVに設定し、次のサブチャネルに対する処理を行う (S507, S508, S509)。一方、 $T_{max} > T_i$ でないサブチャネル# i (ここでは# 1) の場合、あるいは $T_{max} + T_s > T_{si}$ でないサブチャネル# i (ここでは# 4) の場合は、そのサブチャネルに対して何もせずに次のサブチャネルに対する処理を行う (S505, S507, S509)。

これにより、最長の送受信時間 T_{max} を有するサブチャネル# 1についてはNAVの設定は行わず、サブチャネル# 2, # 3についてはNAVに送信抑制時間 ($T_{max} + T_s$) を設定し、サブチャネル# 4についてはNAVの現在の送信抑制時間 (T_{s4}) を保持する。したがって、次のタイミング t_2 では、サブチャネル# 2, # 3, # 4がNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態と判断され、サブチャネル# 1のみを用いた無線パケットの送信が行われる。

このように、サブチャネル# 1の送受信により受信処理ができないサブチャネル# 2, # 3のNAVに送信抑制時間 ($T_{max} + T_s$) を設定することにより、図50に示したように無線パケットが受信できずにNAVの設定ができない事態を回避することができる。

[無線パケット通信装置の構成例]

図48は、第27の実施形態の無線パケット通信方法に対応する無線パケット通信装置の構成例を示す。ここでは、3個のサブチャネル# 1, # 2, # 3を用いて3個の無線パケットを並列に送受信可能な無線パケット通信装置の構成について示すが、その並列数は任意に設定可能である。

図において、無線パケット通信装置は、送受信処理部10、送信バッファ21、データパターン生成部23、データフレーム管理部23、チャネル状態管理部24、パケット振り分け送信制御部25、パケット順序管理部26およびヘッダ除去部27とを備える。

送受信処理部10は、サブチャネル# 1, # 2, # 3の信号を多重/分離し、1つの無線チャネルを用いて無線通信を行う構成である。これらのサブチャネル

は、例えばサブキャリア周波数が異なり、1つの無線チャネルに多重化可能なものである。送受信処理部10は、変調器11、無線送信部12、アンテナ13、無線受信部14、復調器15、パケット選択部16、キャリア検出部17、マルチプレクサ18およびデマルチプレクサ19を備える。

- 5 他の無線パケット通信装置から送信された無線信号は、送受信処理部10のアンテナ13を介して無線受信部14に入力される。無線受信部14は、入力された無線信号に対して周波数変換、フィルタリング、直交検波およびAD変換を含む受信処理を施し、受信処理されたベースバンド信号が復調器15へ出力される。なお、無線受信部14には、アンテナ13が送信のために使用されていない時に、
10 無線伝搬路上の無線信号が常時入力されており、受信電界強度を表すRSSI信号がキャリア検出部17へ出力される。

- 復調器15は、無線受信部14から入力されたベースバンド信号に対して復調処理を行い、デマルチプレクサ19を介して各サブチャネルのデータパケットがパケット選択部16へ出力される。パケット選択部16は、各サブチャネルのデータパケットに対してCRCチェックを行い、誤りが検出されなかったパケット
15 をキャリア検出部17へ出力する（後述するNAV設定用）。また、データパケットが誤りなく受信された場合には、そのデータパケットが自局に対して送信されたものか否かを識別する。すなわち、各データパケットの宛先IDが自局と一致するか否かを調べ、自局宛てのデータパケットをパケット順序管理部26へ出力する。また、自局宛でないデータパケットの場合には、パケット選択部16で
20 当該パケットが破棄される。

- パケット順序管理部26は、入力された各データパケットに付加されているシーケンス番号を調べ、受信した複数のデータパケットの並びを適切な順番、すなわちシーケンス番号順に並べ替える。その結果を受信データパケット系列として
25 ヘッダ除去部27へ出力する。ヘッダ除去部27は、入力された受信データパケット系列に含まれている各々のデータパケットからヘッダ部分を除去し、受信データフレーム系列として出力する。

キャリア検出部17は、各サブチャネルに対応するRSSI信号を検出し、それぞれの信号によって表される受信電界強度の値と予め設定した閾値とを比較す

る。そして、サブチャネルごとに所定の期間中の受信電界強度が連続的に閾値よりも小さい状態が継続すると、そのサブチャネルが空き状態であると判定し、それ以外の場合にはサブチャネルがビジーであると判定する。なお、送受信処理部 10 において、アンテナ 13 が送信状態である場合にはキャリア検出部 17 に RSSI 信号が入力されない。また、アンテナ 13 が既に送信状態にある場合には、
5 同じアンテナ 13 を用いて他のデータパケットを無線信号として同時に送信することはできない。したがって、キャリア検出部 17 は RSSI 信号が入力されなかった場合には、サブチャネルがビジーであることを示すキャリア検出結果を出力する。

- 10 また、キャリア検出部 17 は、パケット選択部 16 から入力されたデータパケット内に記述された占有時間を NAV に設定する。そして、この NAV の値および無線受信部 14 から入力された RSSI 信号に応じて、対応するサブチャネルが空き状態かビジーかを判定する。各サブチャネルに対応するキャリア検出部 17 から出力されるキャリア検出結果 CS1 ~ CS3 は、チャンネル状態
15 管理部 24 に入力される。チャンネル状態管理部 24 は、各サブチャネルに対応するキャリア検出結果に基づいて各サブチャネルの空き状態を管理し、空き状態のサブチャネルおよび空きチャンネル数などの情報をデータフレーム管理部 23 に通知する（図 48, a）。

- 一方、送信バッファ 21 には、送信すべき送信データフレーム系列が入力され、
20 バッファリングされる。この送信データフレーム系列は、1 つあるいは複数のデータフレームで構成される。送信バッファ 21 は、現在保持しているデータフレームの数、宛先となる無線パケット通信装置の ID 情報、データサイズ、バッファ上の位置を表すアドレス情報などをデータフレーム管理部 23 に逐次通知する（b）。

- 25 データフレーム管理部 23 は、送信バッファ 21 から通知された各宛先無線局 ID ごとのデータフレームに関する情報と、チャンネル状態管理部 24 から通知されたサブチャネルに関する情報に基づき、どのデータフレームからどのようにデータパケットを生成するかを決定し、それぞれ送信バッファ 21, データパケット生成部 22 およびデータパケット振り分け送信制御部 25 に通知する（c, d,

e)。例えば、空き状態のサブチャネル数Nが送信バッファ21にある送信待ちのデータフレーム数Kより少ない場合に、空き状態のサブチャネル数Nを並列送信するデータパケット数として決定し、送信バッファ21に対してK個のデータフレームからN個のデータフレームを指定するアドレス情報を通知する(c)。

- 5 また、データパケット生成部22に対しては、送信バッファ21から入力したデータフレームからN個のデータパケットを生成するための情報を通知する(d)。
また、パケット振り分け送信制御部25に対しては、データパケット生成部22で生成されたN個のデータパケットと空き状態のサブチャネルとの対応を指示する(e)。

- 10 送信バッファ21は、出力指定されたデータフレームをデータパケット生成部22に出力する(f)。データパケット生成部22は、各データフレームからデータ領域を抽出して複数のデータブロックを生成し、このデータブロックに当該データパケットの宛先となる宛先無線局のID情報やデータフレームの順番を表すシーケンス番号などの制御情報を含むヘッダ部と、誤り検出符号であるCRC
15 符号(FCS部)を付加してデータパケットを生成する。なお、データパケット生成部22では、パケット長が揃った複数のデータブロックを生成してもよいし、生成される各データブロックのパケット長が異なってもよい。また、制御情報には、受信側の無線局がデータパケットを受信した際に、元のデータフレームに変換するために必要な情報も含まれる。パケット振り分け送信制御部25は、
20 データパケット生成部22から入力された各データパケットと各サブチャネルとの対応付けを行う。

- 例えば、3つのサブチャネル#1、#2、#3が全て空き状態であり、送信チャネル選択制御部23が3つのサブチャネル#1、#2、#3を全て選択し、送信バッファ22から3つのデータパケットが同時に入力された場合には、これら
25 の3つのデータパケットをそれぞれサブチャネル#1、#2、#3に順番に対応付けられればよい。各サブチャネルに対応付けられたデータパケットは、マルチプレクサ18を介して変調器11に入力される。変調器11は、パケット振り分け送信制御部24からデータパケットが入力されると、そのデータパケットに対して所定の変調処理を施して無線送信部12に出力する。無線送信部12は、変調器

1 1 から入力された変調処理後のデータパケットに対して、DA変換、周波数変換、フィルタリング及び電力増幅を含む送信処理を施し、アンテナ13から無線パケットとして送信する。

- 第27の実施形態で示した各サブチャネルに対する送信抑制時間の設定等の処理は、データフレーム管理部23の制御に基づいてチャネル状態管理部24から
- 5 キャリア検出部17のNAVに対して行われる。例えば、データフレーム管理部23は、並列送受信に利用されるサブチャネルの中で最長の送受信時間 T_{\max} を要するサブチャネル以外のサブチャネルに対して、仮想的なキャリア検出に用いる送信抑制時間として、 T_{\max} に所定の時間 T_s を加えた時間($T_{\max} + T_s$)
- 10 を算出し、チャネル状態管理部24を介して、キャリア検出部17の各サブチャネルに対応するNAVに設定する。これにより、複数のサブチャネルを使用する場合に、隣接チャネルへの漏れこみなどに起因して無線パケットが受信できず、NAVの設定ができない事態を回避する。

15 産業上の利用可能性

本発明は、送信する無線チャネルからの漏れこみの影響により正常に受信ができない対となる無線チャネルに対して、無線パケットの送信時間に応じた送信抑制時間を自律的に設定することにより、仮想的なキャリア検出を正常に動作させることができる。

- 20 また、自律的に送信抑制時間を設定した無線チャネルにおいて、無線パケットが正常に受信される場合や通信相手から送信抑制時間の情報が通知される場合には、現在の送信抑制時間を解除／更新することにより、無用な送信抑制時間の設定を回避して効率の改善を図ることができる。

- また、送信データが生起したときに、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあれば、その送信抑制時間が終了するまで待機することにより、送信抑制時間が連続して設定されることを回避することができる。
- 25

また、送信データが生起したときに、設定されている送信抑制時間に応じて、その送信抑制時間が終了するまで待機するか、待機せずに空き状態の無線チャネルを用いて無線パケットを送信する処理を選択することにより、待機時間の上限

を設定できるとともに、送信抑制時間が連続して設定されることを回避することができる。

請求の範囲

(1) 送信側無線局と1以上の受信側無線局との間に複数の無線チャネルが用意され、送信側無線局が、受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出と、設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出の双方により、空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを送信する無線パケット通信方法において、

前記送信側無線局は、送信する無線チャネルから漏れこみの影響を受ける対となる被無線チャネルに対して、仮想的なキャリア検出に用いる送信抑制時間を設定する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

(2) 送信側無線局と1以上の受信側無線局との間に複数の無線チャネルが用意され、送信側無線局が、受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出と、設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出の双方により、空き状態と判定された複数の無線チャネルを利用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信方法において、

前記送信側無線局は、並列送信に利用される無線チャネルの中で最長の送信時間 T_{\max} を要する無線チャネル以外の被無線チャネルに対して、仮想的なキャリア検出に用いる送信抑制時間として、前記 T_{\max} に所定の時間 T_s を加えた時間

($T_{\max} + T_s$) を設定する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

(3) 請求項2に記載の無線パケット通信方法において、

前記送信側無線局は、前記被無線チャネルに前記仮想的なキャリア検出用としてすでに設定されている送信抑制時間が ($T_{\max} + T_s$) より短い場合に、新たな送信抑制時間として ($T_{\max} + T_s$) を設定する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

(4) 送信側無線局と1以上の受信側無線局との間に複数の無線チャネルが用意され、送信側無線局が、受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出と、設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的な

キャリア検出の双方により、空き状態と判定された複数の無線チャネルを利用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信方法において、

- 前記送信側無線局は、複数の無線チャネルの中で互いに送信電力の漏れこみの影響を与える無線チャネルの組み合わせを想定しておき、各組み合わせの無線チャネルの中で最長の送信時間 T_i を要する無線チャネル以外の被無線チャネルに対して、仮想的なキャリア検出に用いる送信抑制時間として、前記 T_i に所定の時間 T_s を加えた時間 ($T_i + T_s$) を設定する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

(5) 請求項 4 に記載の無線パケット通信方法において、

- 10 前記送信側無線局は、前記被無線チャネルに前記仮想的なキャリア検出用としてすでに設定されている送信抑制時間が ($T_i + T_s$) より短い場合に、新たな送信抑制時間として ($T_i + T_s$) を設定する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

(6) 請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の無線パケット通信方法において、

- 15 前記送信側無線局は、前記被無線チャネルで送信無線チャネルからの漏れこみによる受信電力を検出し、その受信電力が所定の閾値以上である被無線チャネルに対して前記送信抑制時間を設定する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

(7) 請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の無線パケット通信方法において、

- 20 前記送信側無線局は、前記被無線チャネルの受信信号の誤り検出を行い、誤りが検出された被無線チャネルに対して前記送信抑制時間を設定する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

(8) 請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の無線パケット通信方法において、

- 25 前記送信側無線局は、前記被無線チャネルで無線パケットを受信したときに、受信した無線パケットの誤り検出を行い、自局宛ての無線パケットを正常に受信した無線チャネルで、前記送信抑制時間が設定されている場合にはその送信抑制時間を解除するとともに、受信した無線パケットのヘッダに占有時間が設定されている場合にはそれに応じた送信抑制時間を新たに設定する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

(9) 請求項 1～8 のいずれかに記載の無線パケット通信方法において、

前記送信側無線局は、送信データが生起したときに、前記送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあればその送信抑制時間が終了するまで待機した後に、前記空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを送信する

5 ことを特徴とする無線パケット通信方法。

(10) 請求項 1～8 のいずれかに記載の無線パケット通信方法において、

前記送信側無線局は、送信データが生起したときに、前記送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあり、その最長の送信抑制時間が所定の閾値未満であればその送信抑制時間が終了するまで待機した後に、あるいはその最長の送信抑制時間が所定の閾値以上であればその送信抑制時間が終了するまで待機せずに、
10 前記空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

(11) 請求項 1～8 のいずれかに記載の無線パケット通信方法において、

前記送信側無線局は、送信データが生起したときに、前記送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあれば、所定の確率でその送信抑制時間の終了を待たずに、前記空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを送信する
15 る

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

(12) 請求項 1～8 のいずれかに記載の無線パケット通信方法において、

前記送信側無線局は、送信データが生起したときに、前記物理的なキャリア検出および前記仮想的なキャリア検出によってすべての無線チャネルが空き状態と判定されるまで待機した後に、前記空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを送信する
20 て無線パケットを送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

25 (13) 請求項 1～8 のいずれかに記載の無線パケット通信方法において、

前記送信側無線局は、送信データが生起したときに、前記物理的なキャリア検出および前記仮想的なキャリア検出によってすべての無線チャネルが空き状態と判定されるまで待機するか、あるいは前記送信抑制時間が設定されている無線チャネルの最長の送信抑制時間が所定の閾値以上であればその送信抑制時間の終了

を待たずに、前記空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

(14) 請求項10または請求項13に記載の無線パケット通信方法において、

- 5 前記送信側無線局は、前記送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあるときに、設定されている送信抑制時間が所定の閾値未満である無線チャネルがあれば、その送信抑制時間が終了するまで待機した後に、設定されている送信抑制時間が所定の閾値未満である無線チャネルがなければ、その送信抑制時間が終了するまで待機せずに、前記空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パ
- 10 ケットを送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

(15) 請求項14に記載の無線パケット通信方法において、

- 前記送信側無線局は、前記送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあり、さらに設定されている送信抑制時間が所定の閾値未満である無線チャネルがあり、
- 15 その送信抑制時間が終了するまで待機した後に、再度、前記送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあるかどうかの判定またはすべての無線チャネルが空き状態かどうかの判定に戻る

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

(16) 請求項1～8のいずれかに記載の無線パケット通信方法において、

- 20 前記送信側無線局は、送信データが生起したときに、前記物理的なキャリア検出および前記仮想的なキャリア検出によってすべての無線チャネルが空き状態と判定されるまで待機するか、あるいは所定の確率で待機せずに、前記空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

- 25 (17) 請求項1～8のいずれかに記載の無線パケット通信方法において、

前記受信側無線局は、受信した無線パケットに送信抑制時間が設定されている場合にその送信抑制時間を受信した無線チャネルに設定するとともに、自局宛ての無線パケットを正常に受信した場合に、前記被無線チャネルに設定されている送信抑制時間を含む応答パケットを前記送信側無線局へ送信し、

前記送信側無線局は、前記無線パケットを送信してから所定の時間内に対応する応答パケットを受信したときに、この応答パケットに含まれる被無線チャネルの送信抑制時間を用いて、前記被無線チャネルに設定した送信抑制時間を更新する

5 ことを特徴とする無線パケット通信方法。

(18) 送信側無線局と1以上の受信側無線局との間で1つの無線チャネルに多重化されるサブチャネルが用意され、送信側無線局がサブチャネルごとに、受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出と、設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出の双方により、

10 空き状態と判定された複数のサブチャネルに複数の無線パケットをそれぞれ割り当てて並列送信する無線パケット通信方法において、

前記送信側無線局は、並列送信に利用されるサブチャネルの中で最長の送受信時間 T_{\max} を要するサブチャネル以外のサブチャネルに対して、仮想的なキャリア検出に用いる送信抑制時間として、前記 T_{\max} に所定の時間 T_s を加えた時間

15 ($T_{\max} + T_s$)を設定する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

(19) 請求項18に記載の無線パケット通信方法において、

前記送信側無線局は、前記サブチャネルに前記仮想的なキャリア検出用としてすでに設定されている送信抑制時間が($T_{\max} + T_s$)より短い場合に、新たな

20 送信抑制時間として($T_{\max} + T_s$)を設定する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

(20) 送信側無線局と1以上の受信側無線局との間に複数の無線チャネルが用意され、送信側無線局が、受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出手段と、設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出手段の双方により、空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを送信する無線パケット通信装置において、

25

前記送信側無線局の仮想的なキャリア検出手段は、送信する無線チャネルから漏れこみの影響を受ける対となる被無線チャネルに対して、前記仮想的なキャリア検出に用いる送信抑制時間を設定する構成である

ことを特徴とする無線パケット通信装置。

- (21) 送信側無線局と1以上の受信側無線局との間に複数の無線チャネルが用意され、送信側無線局が、受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出手段と、設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出手段の双方により、空き状態と判定された複数の無線チャネルを利用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信装置において、
- 5 前記送信側無線局の仮想的なキャリア検出手段は、並列送信に利用される無線チャネルの中で最長の送信時間 T_{\max} を要する無線チャネル以外の被無線チャネルに対して、前記送信抑制時間として、前記 T_{\max} に所定の時間 T_s を加えた時間
- 10 間($T_{\max} + T_s$)を設定する構成である

ことを特徴とする無線パケット通信装置。

- (22) 請求項21に記載の無線パケット通信装置において、
- 前記送信側無線局の仮想的なキャリア検出手段は、前記被無線チャネルに対してすでに設定されている送信抑制時間が($T_{\max} + T_s$)より短い場合に、新たな送信抑制時間として($T_{\max} + T_s$)を設定する構成である
- 15

ことを特徴とする無線パケット通信装置。

- (23) 送信側無線局と1以上の受信側無線局との間に複数の無線チャネルが用意され、送信側無線局が、受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出手段と、設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出手段の双方により、空き状態と判定された複数の無線チャネルを利用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信装置において、
- 20 前記送信側無線局の仮想的なキャリア検出手段は、複数の無線チャネルの中で互いに送信電力の漏れこみの影響を与える無線チャネルの組み合わせを想定しておき、各組み合わせの無線チャネルの中で最長の送信時間 T_i を要する無線チャネル以外の被無線チャネルに対して、前記送信抑制時間として、前記 T_i に所定の時間 T_s を加えた時間($T_i + T_s$)を設定する構成である
- 25

ことを特徴とする無線パケット通信装置。

- (24) 請求項23に記載の無線パケット通信装置において、
- 前記送信側無線局の仮想的なキャリア検出手段は、前記被無線チャネルに対し

てすでに設定されている送信抑制時間が ($T_i + T_s$) より短い場合に、新たな送信抑制時間として ($T_i + T_s$) を設定する構成である

ことを特徴とする無線パケット通信装置。

- (25) 請求項 20～24 のいずれかに記載の無線パケット通信装置において、
- 5 前記送信側無線局は、前記被無線チャネルで送信無線チャネルからの漏れこみによる受信電力を検出する手段を含み、前記仮想的なキャリア検出手段は、前記受信電力が所定の閾値以上である被無線チャネルに対して前記送信抑制時間を設定する構成である

ことを特徴とする無線パケット通信装置。

- 10 (26) 請求項 20～25 のいずれかに記載の無線パケット通信装置において、
- 前記送信側無線局は、前記被無線チャネルの受信信号の誤り検出を行う手段を含み、前記仮想的なキャリア検出手段は、誤りが検出された被無線チャネルに対して前記送信抑制時間を設定する構成である

ことを特徴とする無線パケット通信装置。

- 15 (27) 請求項 20～26 のいずれかに記載の無線パケット通信装置において、
- 前記送信側無線局は、前記被無線チャネルで無線パケットを受信したときに、受信した無線パケットの誤り検出を行う手段を含み、前記仮想的なキャリア検出手段は、自局宛ての無線パケットを正常に受信した無線チャネルで、前記送信抑制時間が設定されている場合にはその送信抑制時間を解除するとともに、受信した無線パケットのヘッダに占有時間が設定されている場合にはそれに応じた送信抑制時間を新たに設定する構成である
- 20

ことを特徴とする無線パケット通信装置。

- (28) 請求項 20～27 のいずれかに記載の無線パケット通信装置において、
- 前記送信側無線局の仮想的なキャリア検出手段は、送信データが生起したとき
- 25 に、前記送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあればその送信抑制時間が終了するまで待機した後に、前記空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを送信する構成である

ことを特徴とする無線パケット通信装置。

- (29) 請求項 20～27 のいずれかに記載の無線パケット通信装置において、

前記送信側無線局の仮想的なキャリア検出手段は、送信データが生起したときに、前記送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあり、その最長の送信抑制時間が所定の閾値未満であればその送信抑制時間が終了するまで待機した後に、あるいはその最長の送信抑制時間が所定の閾値以上であればその送信抑制時間が終了するまで待機せずに、前記空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線5 パケットを送信する構成である

ことを特徴とする無線パケット通信装置。

(30) 請求項20～27のいずれかに記載の無線パケット通信装置において、前記送信側無線局の仮想的なキャリア検出手段は、送信データが生起したときに、前記送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあれば、所定の確率でその送信抑制時間の終了を待たずに、前記空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを送信する構成である

ことを特徴とする無線パケット通信装置。

(31) 請求項20～27のいずれかに記載の無線パケット通信装置において、前記送信側無線局の物理的なキャリア検出手段および前記仮想的なキャリア検出手段は、送信データが生起したときに、すべての無線チャネルが空き状態と判定されるまで待機した後に、前記空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを送信する構成である

ことを特徴とする無線パケット通信装置。

(32) 請求項20～27のいずれかに記載の無線パケット通信装置において、前記送信側無線局の物理的なキャリア検出手段および前記仮想的なキャリア検出手段は、送信データが生起したときに、すべての無線チャネルが空き状態と判定されるまで待機するか、あるいは前記送信抑制時間が設定されている無線チャネルの最長の送信抑制時間が所定の閾値以上であればその送信抑制時間の終了を待たずに、前記空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを送信する構成である

ことを特徴とする無線パケット通信装置。

(33) 請求項29または請求項32に記載の無線パケット通信装置において、前記送信側無線局の仮想的なキャリア検出手段は、前記送信抑制時間が設定さ

- れている無線チャネルがあるときに、設定されている送信抑制時間が所定の閾値未満である無線チャネルがあれば、その送信抑制時間が終了するまで待機した後に、設定されている送信抑制時間が所定の閾値未満である無線チャネルがなければ、その送信抑制時間が終了するまで待機せずに、前記空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを送信する構成である
- 5 ことを特徴とする無線パケット通信装置。
- (34) 請求項33に記載の無線パケット通信装置において、
- 前記送信側無線局の仮想的なキャリア検出手段は、前記送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあり、さらに設定されている送信抑制時間が所定の閾値
- 10 未満である無線チャネルがあり、その送信抑制時間が終了するまで待機した後に、再度、前記送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあるかどうかの判定またはすべての無線チャネルが空き状態かどうかの判定に戻る構成である
- ことを特徴とする無線パケット通信装置。
- (35) 請求項20～27のいずれかに記載の無線パケット通信装置において、
- 15 前記送信側無線局の物理的なキャリア検出手段および前記仮想的なキャリア検出手段は、送信データが生起したときに、すべての無線チャネルが空き状態と判定されるまで待機するか、あるいは所定の確率で待機せずに、前記空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを送信する構成である
- ことを特徴とする無線パケット通信装置。
- 20 (36) 請求項20～27のいずれかに記載の無線パケット通信装置において、
- 前記受信側無線局は、受信した無線パケットに送信抑制時間が設定されている場合にその送信抑制時間を受信した無線チャネルに設定するとともに、自局宛ての無線パケットを正常に受信した場合に、前記被無線チャネルに設定されている送信抑制時間を含む応答パケットを前記送信側無線局へ送信する手段を含み、
- 25 前記送信側無線局は、前記無線パケットを送信してから所定の時間内に対応する応答パケットを受信したときに、この応答パケットに含まれる被無線チャネルの送信抑制時間を用いて、前記被無線チャネルに設定した送信抑制時間を更新する手段を含む
- ことを特徴とする無線パケット通信装置。

(37) 複数のサブチャネルを多重化して1つの無線チャネルで送受信する1つの送受信機と、

前記サブキャリアごとに受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出手段と、

- 5 前記サブキャリアごとに設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出手段とを備え、

前記物理的なキャリア検出手段および前記仮想的なキャリア検出手段の双方により、空き状態と判定された複数のサブチャネルに複数の無線パケットをそれぞれ割り当て、前記送受信機により並列送受信する無線パケット通信装置において、

- 10 前記仮想的なキャリア検出手段は、並列送受信に利用されるサブチャネルの中で最長の送受信時間 T_{\max} を要するサブチャネル以外のサブチャネルに対して、前記 T_{\max} に所定の時間 T_s を加えた時間 ($T_{\max} + T_s$) を送信抑制時間として設定する構成である

ことを特徴とする無線パケット通信装置。

- 15 (38) 請求項37に記載の無線パケット通信装置において、

前記仮想的なキャリア検出手段は、前記サブチャネルにすでに設定されている送信抑制時間が ($T_{\max} + T_s$) より短い場合に、新たな送信抑制時間として ($T_{\max} + T_s$) を設定する構成である

ことを特徴とする無線パケット通信装置。

1 / 4 6

FIG. 1

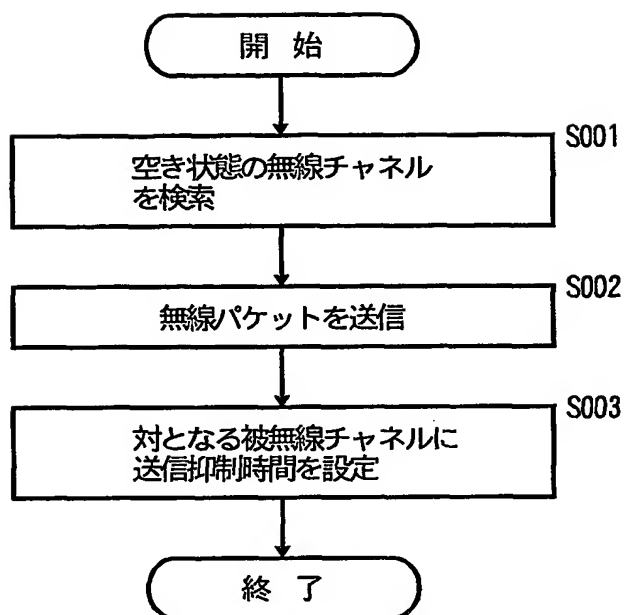
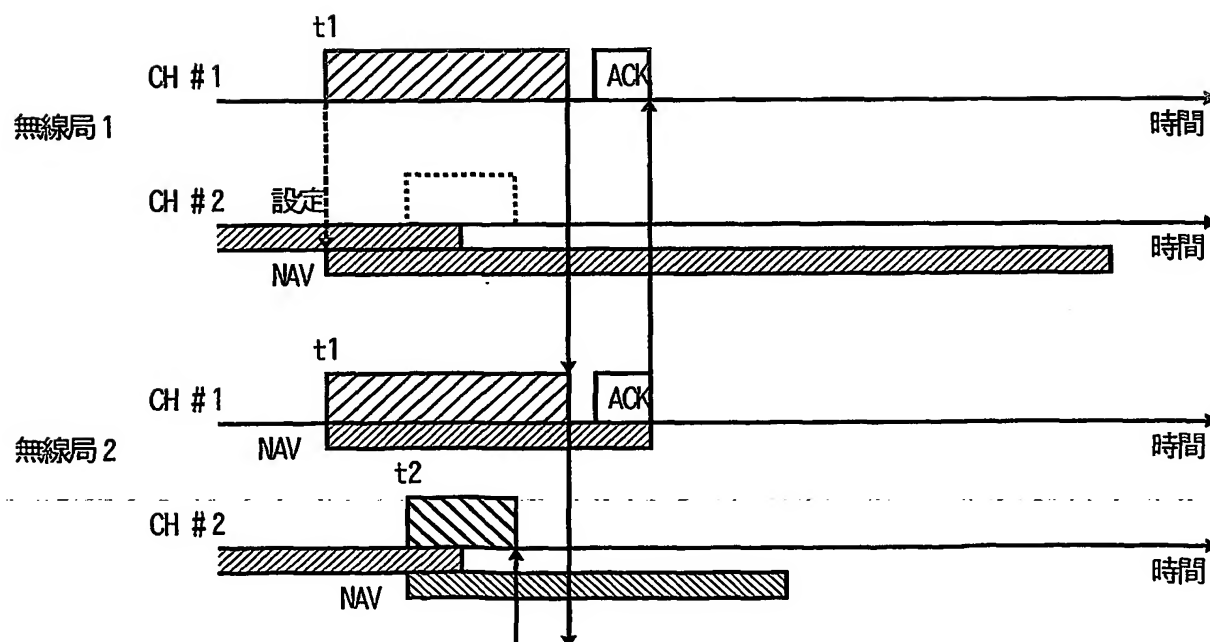
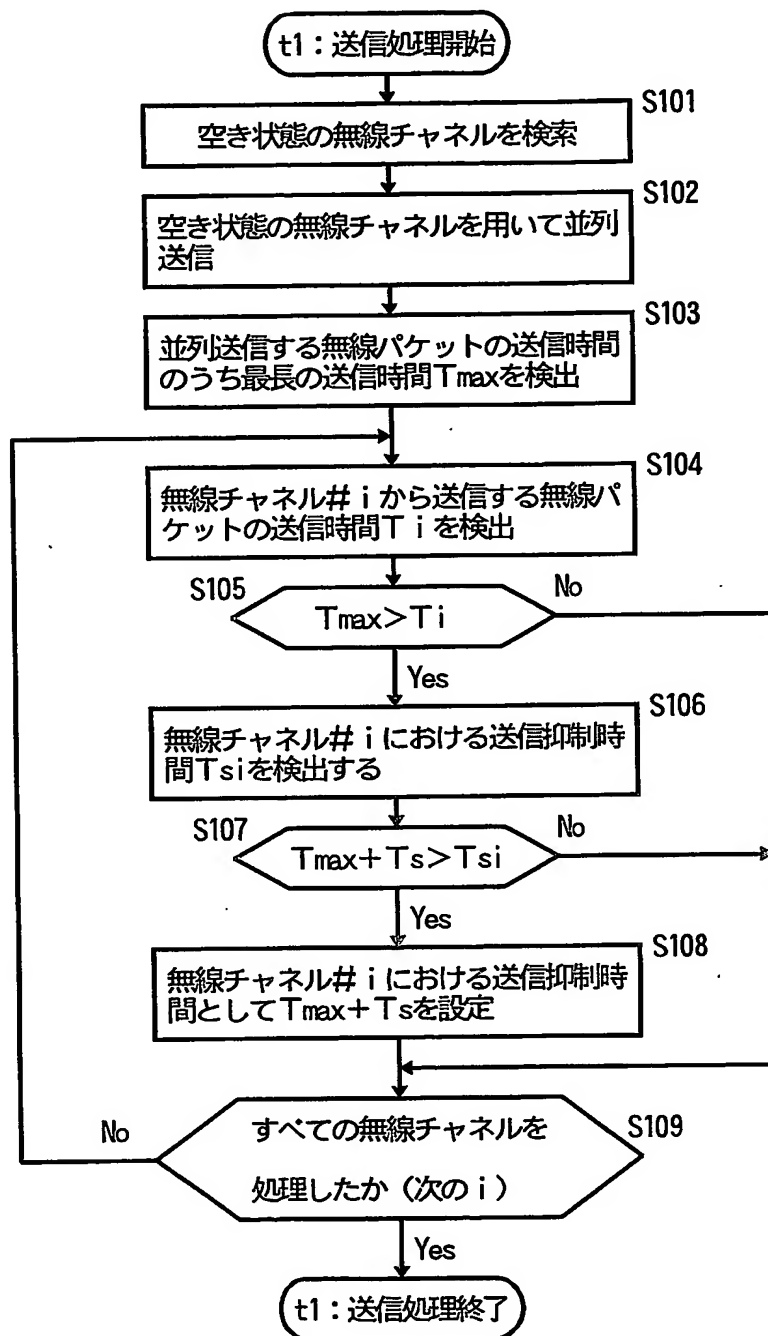


FIG. 2



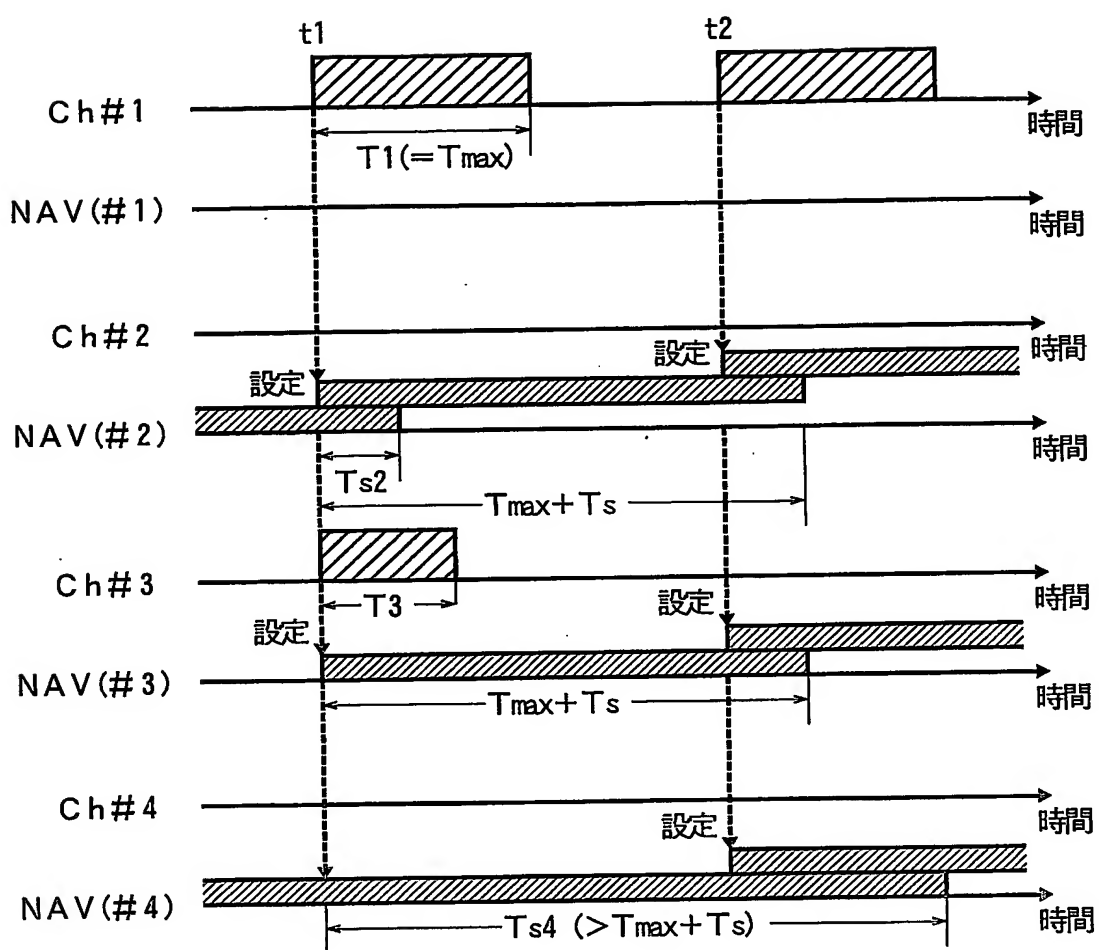
2 / 4 6

FIG. 3



3 / 4 6

FIG. 4



4 / 4 6

FIG. 5

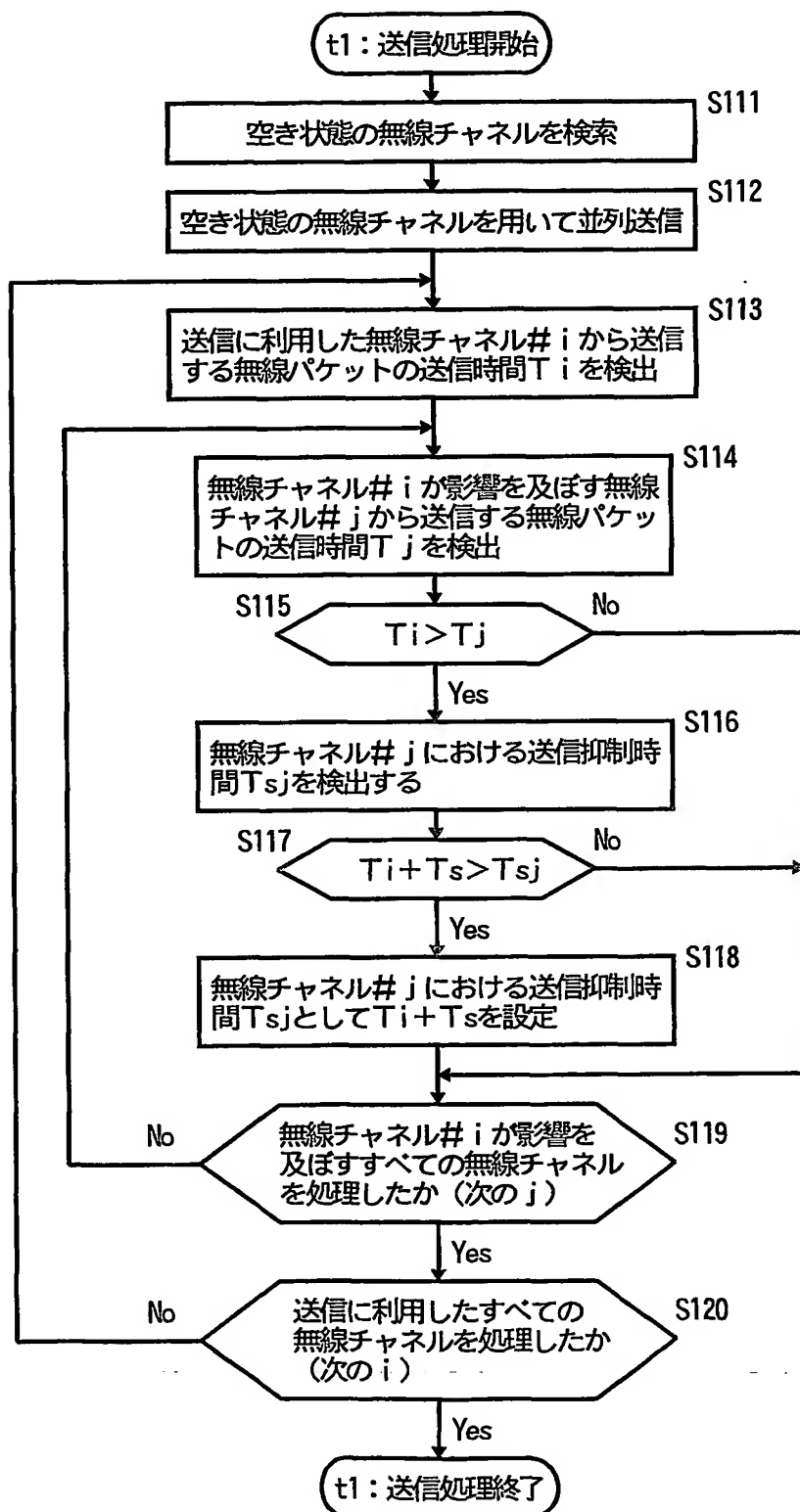
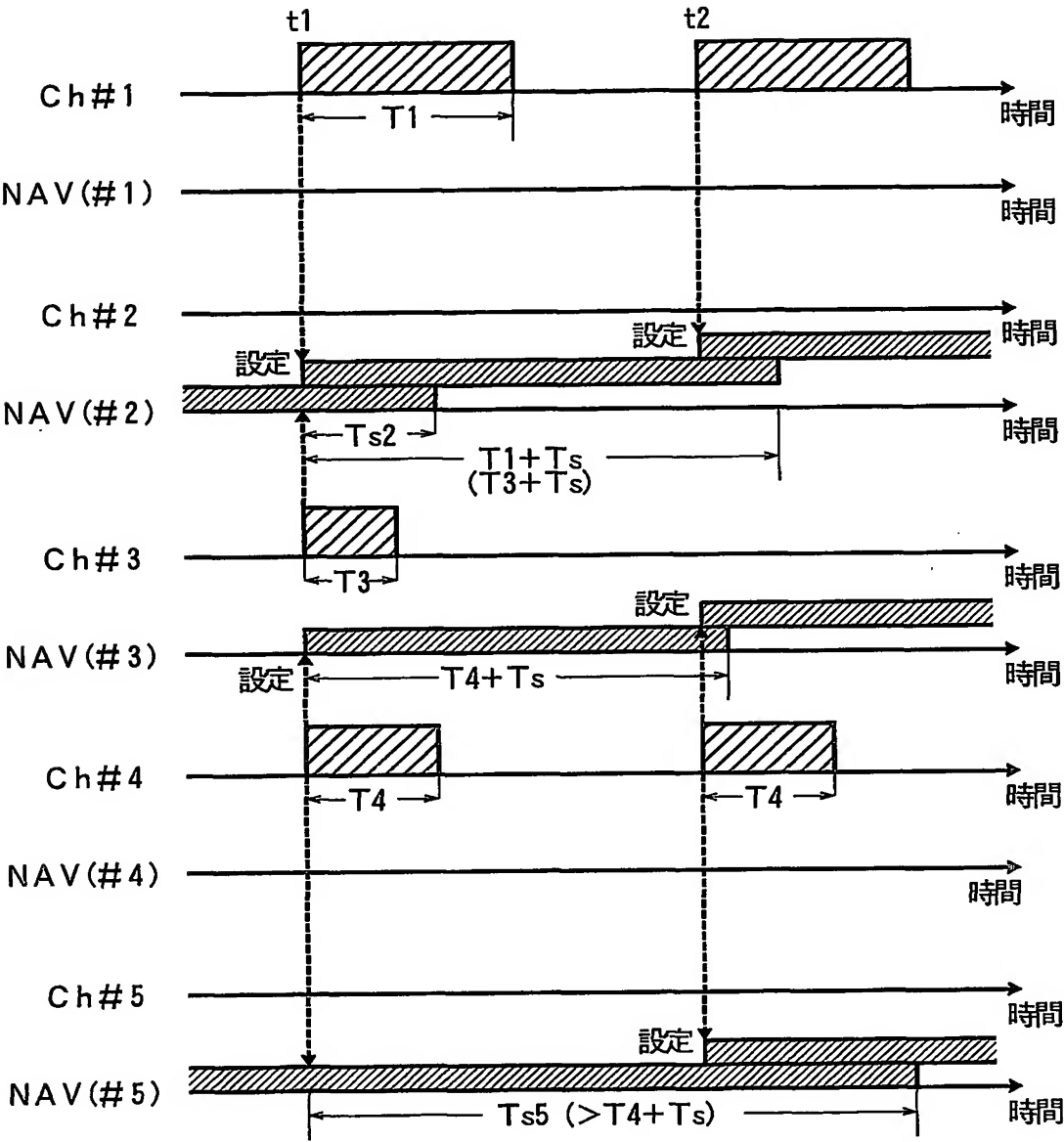
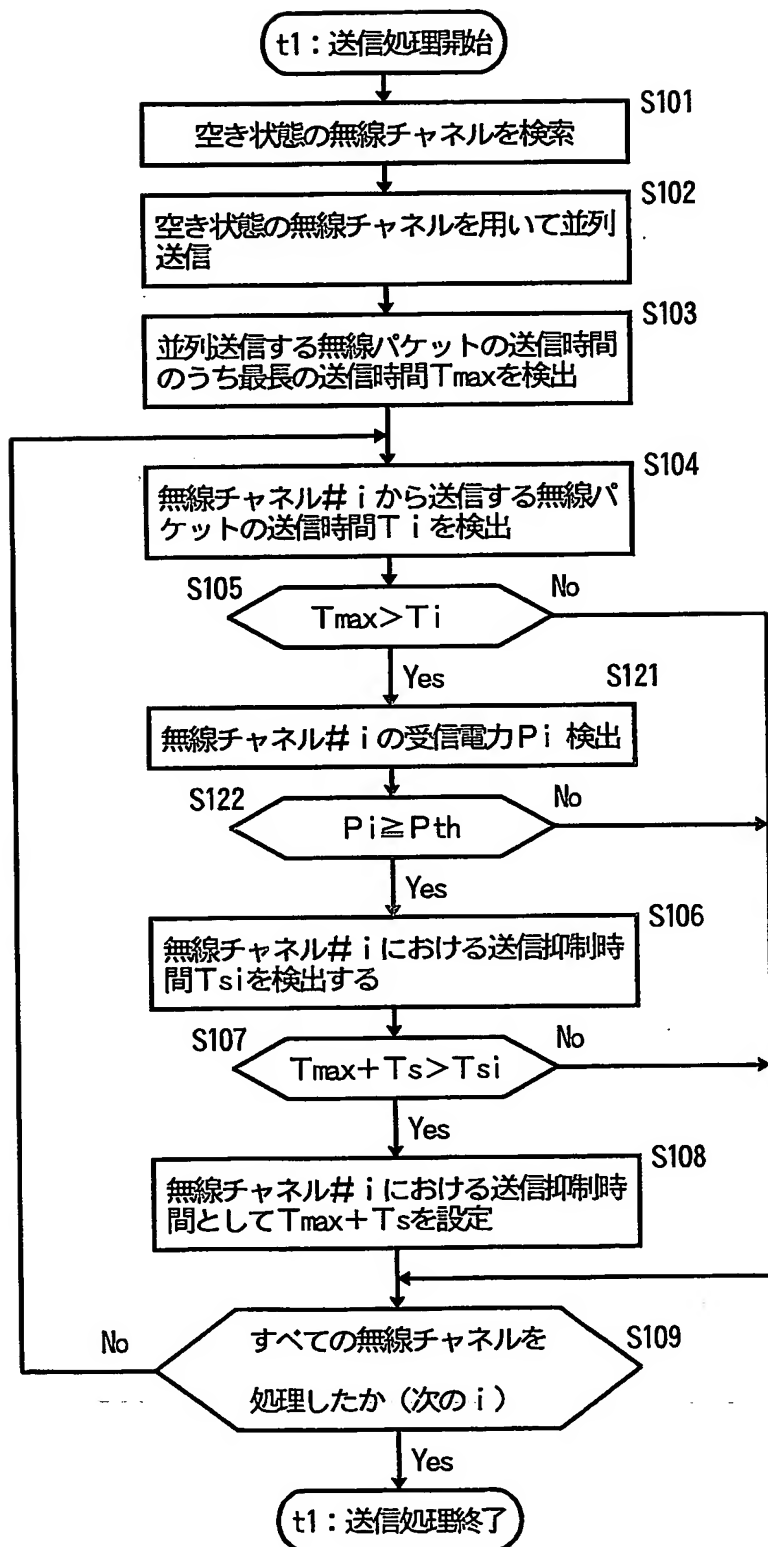


FIG. 6



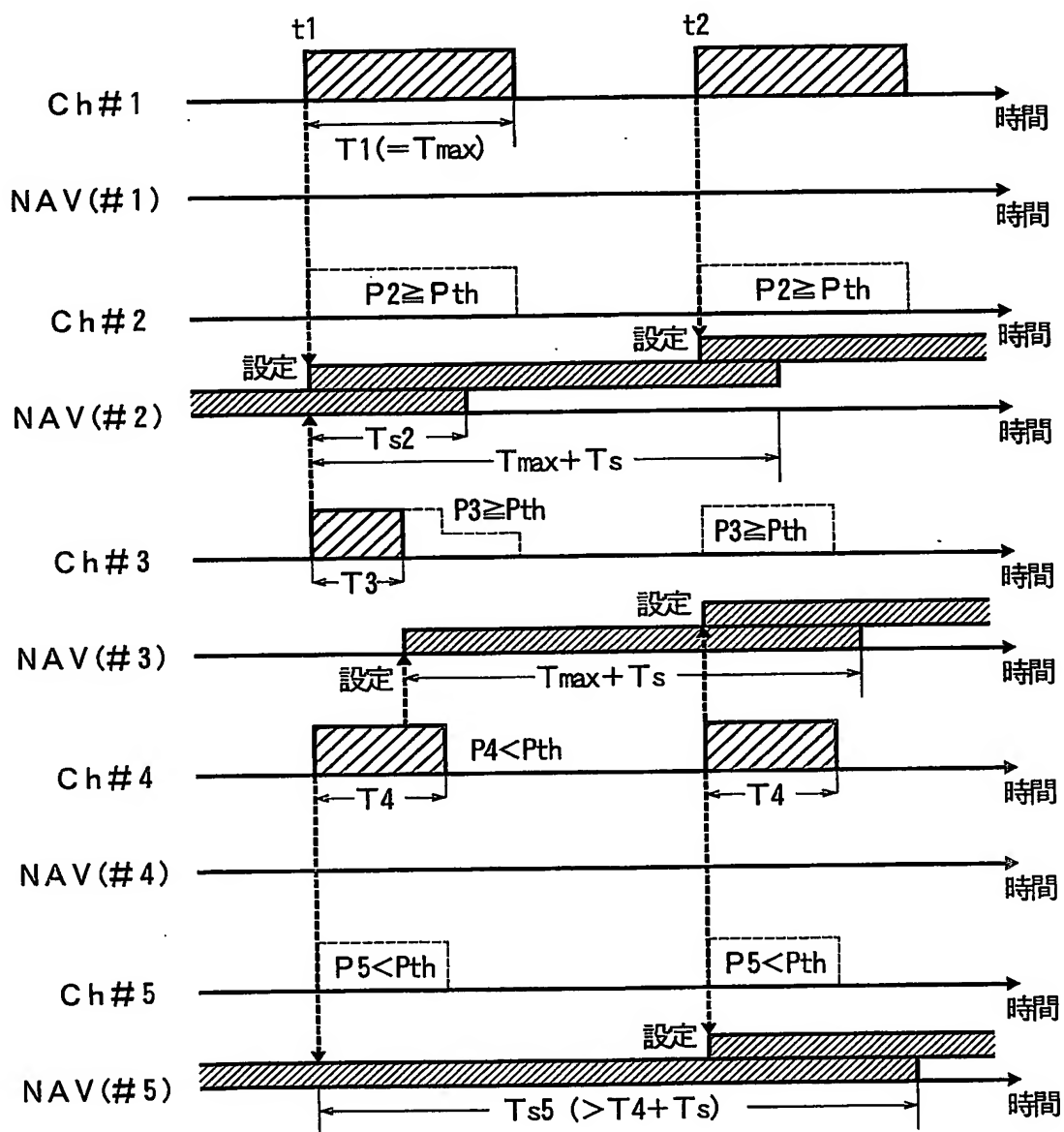
6 / 4 6

FIG. 7



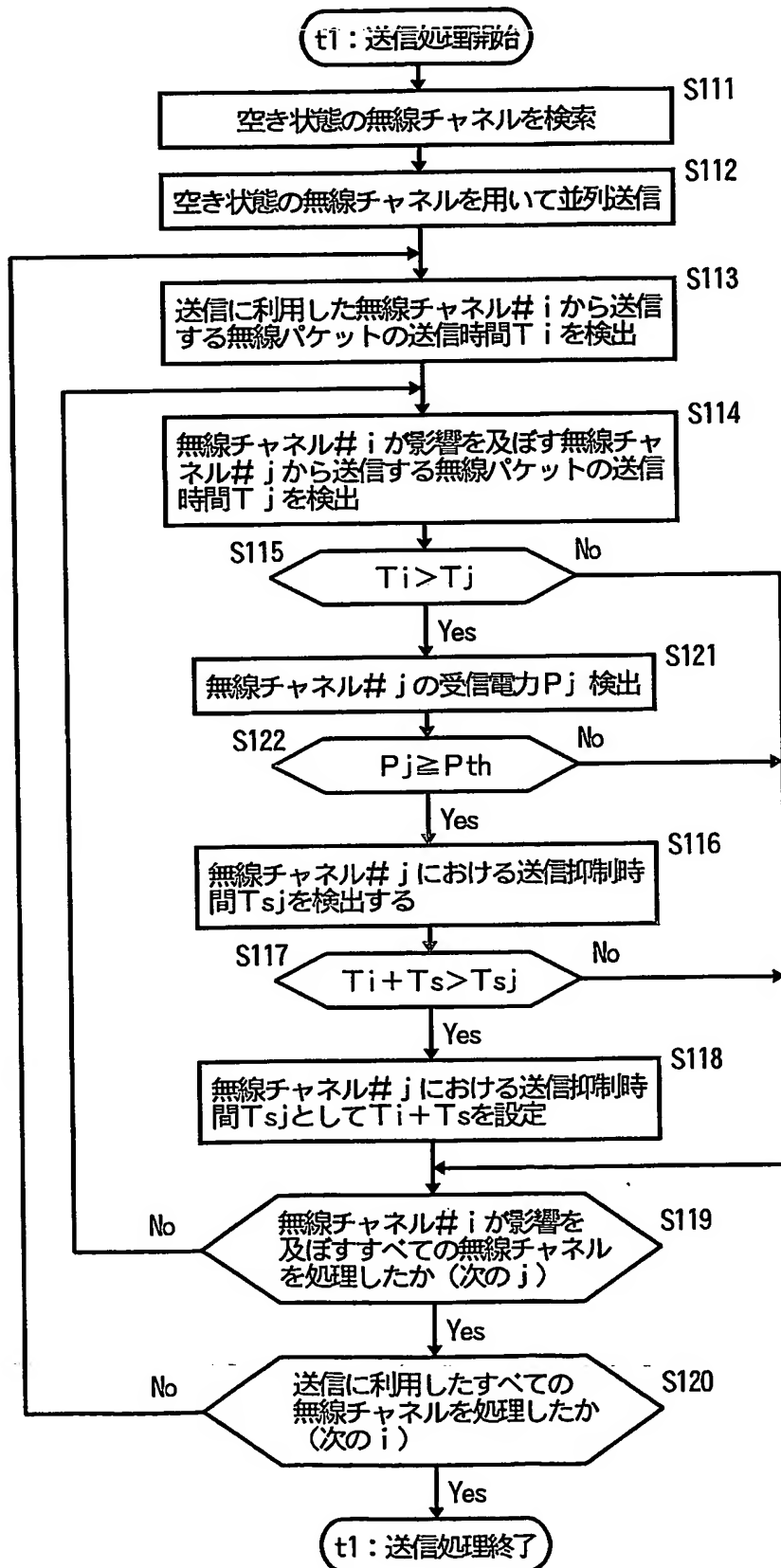
7/46

FIG. 8



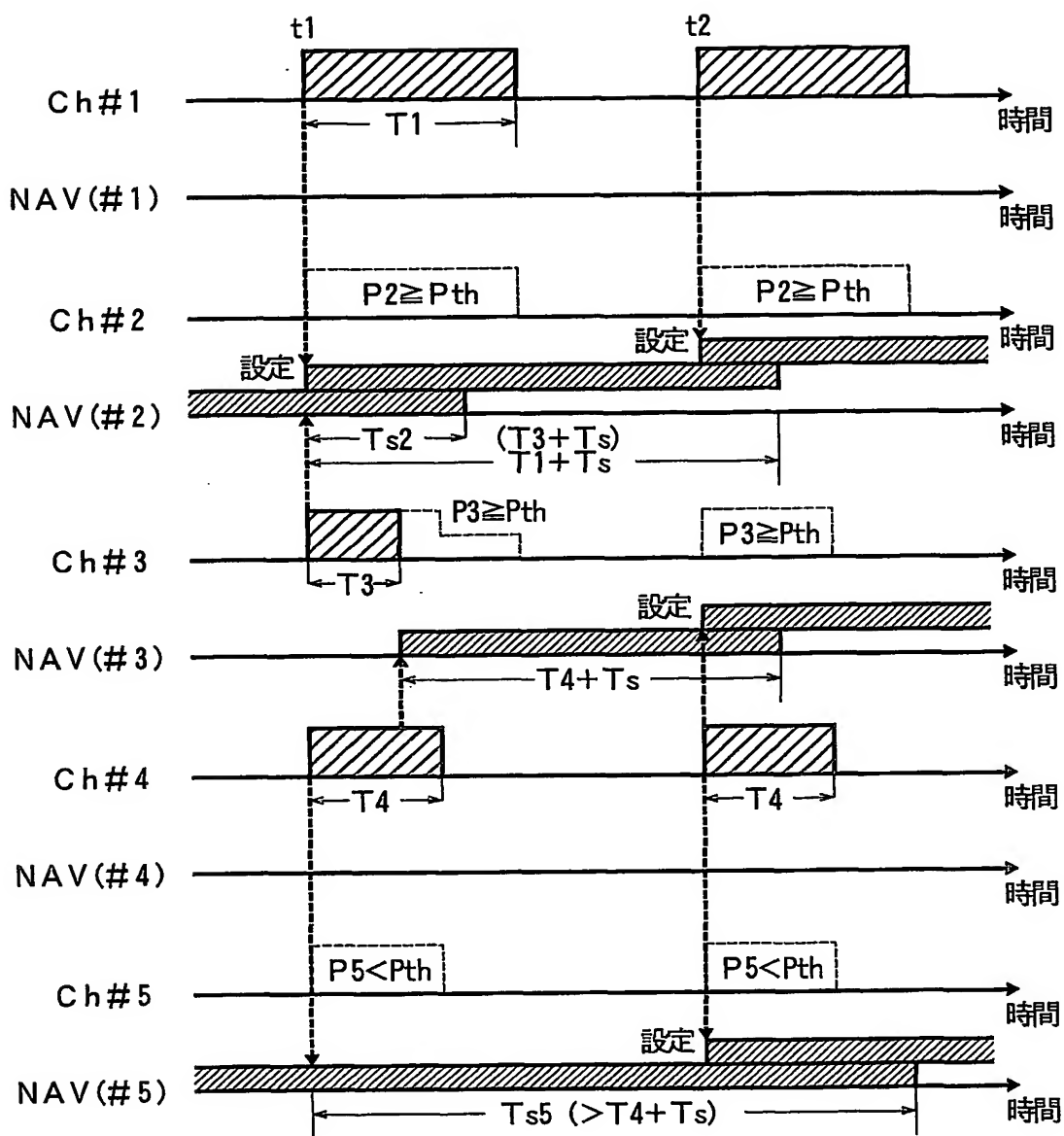
8 / 46

FIG. 9



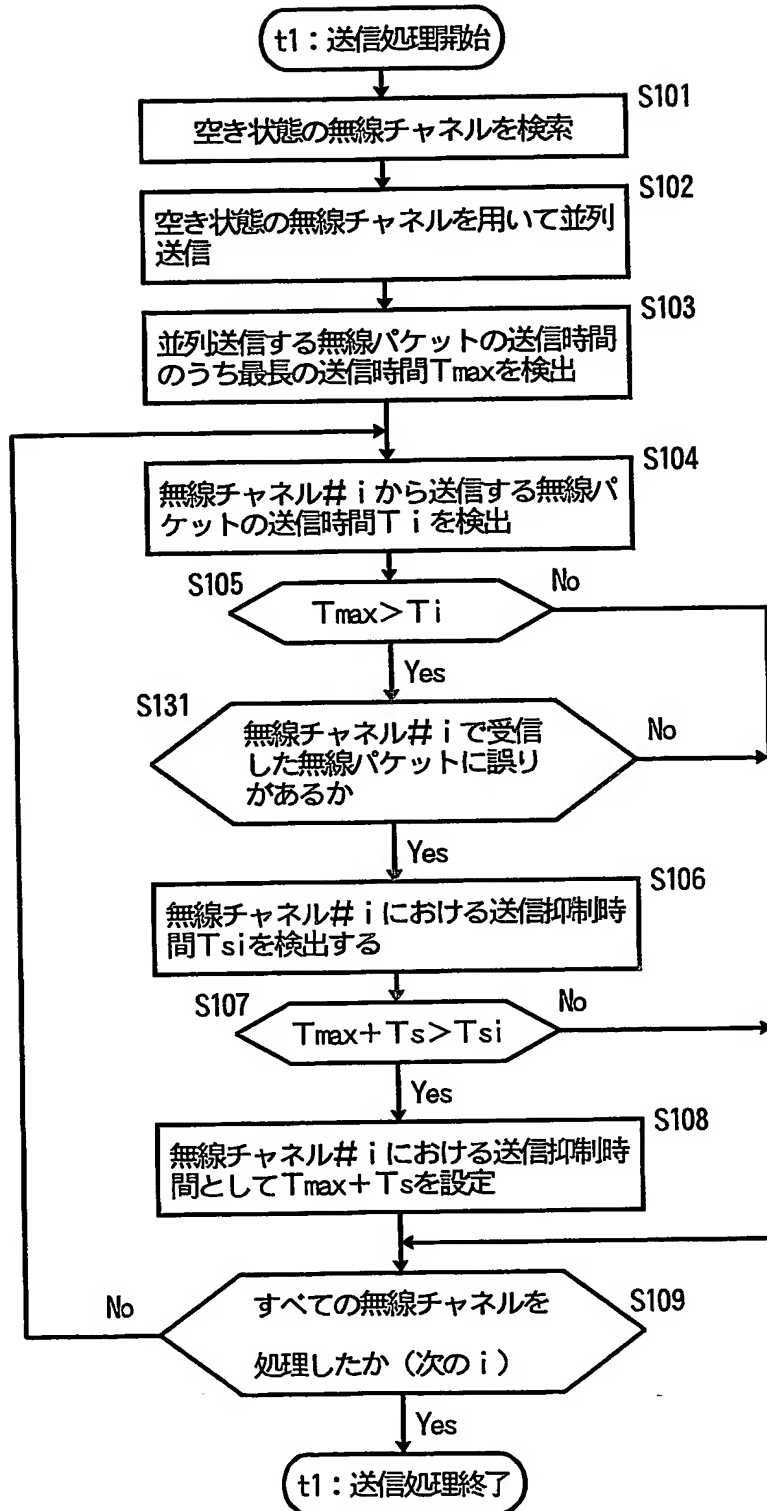
9 / 46

FIG. 10



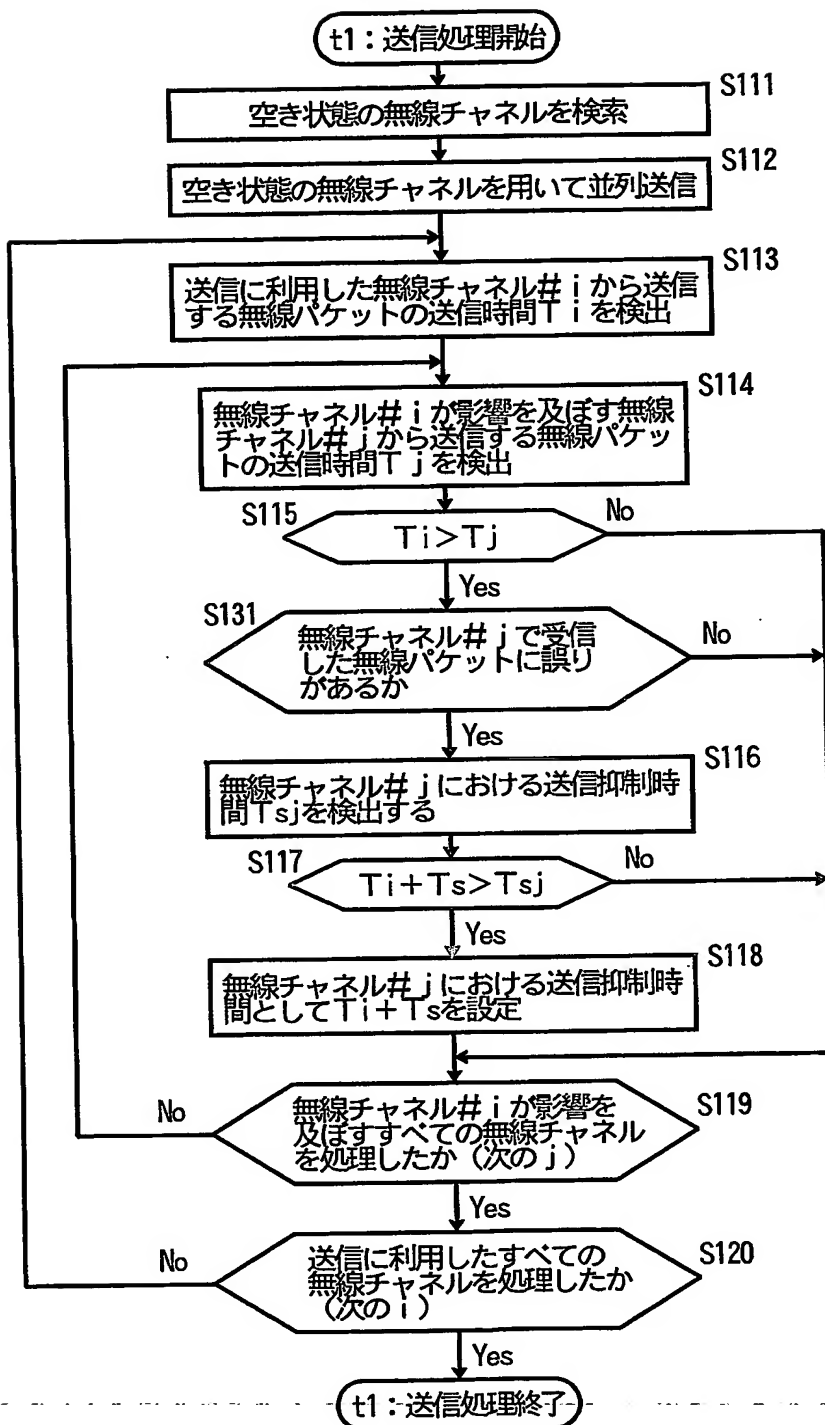
10/46

FIG. 11



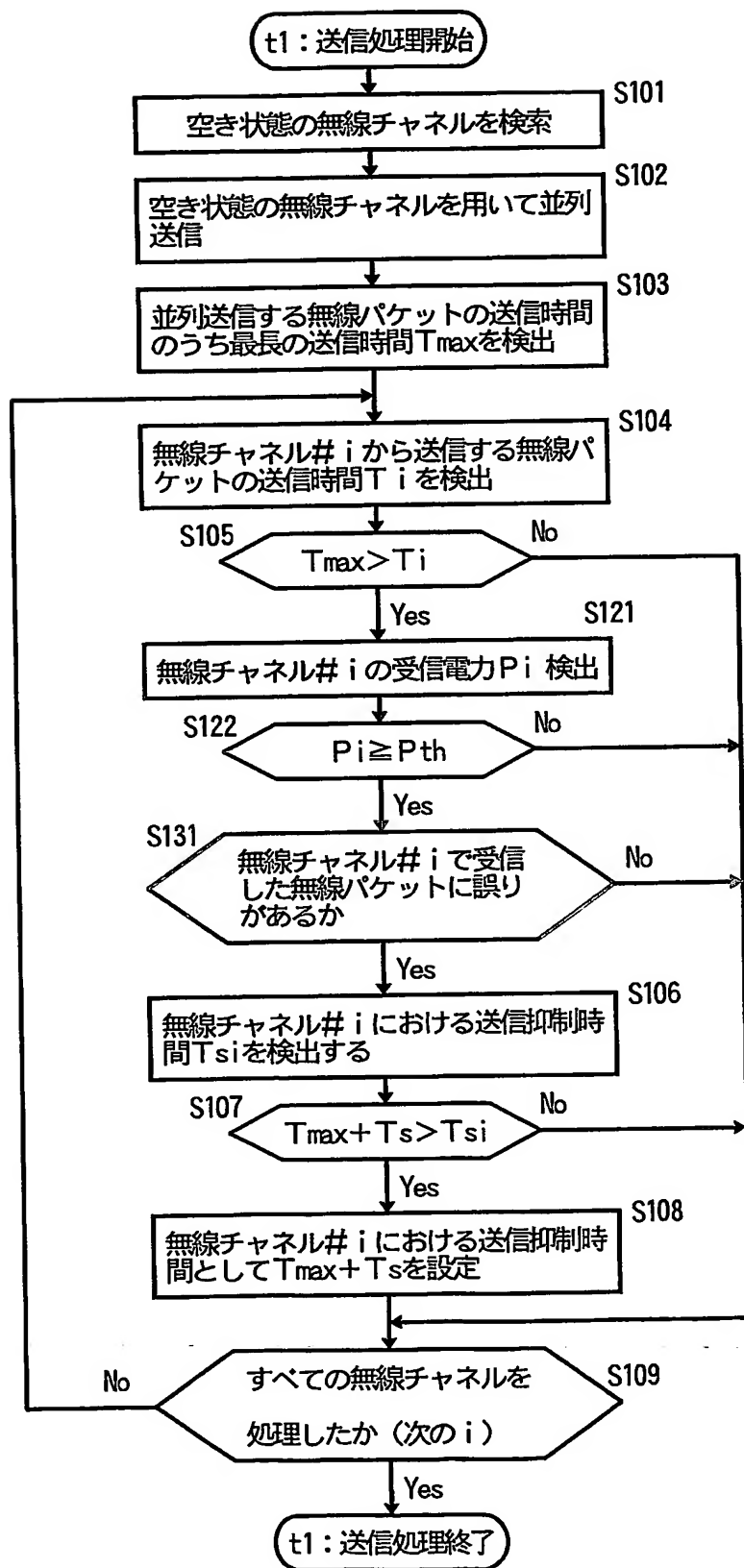
11/46

FIG. 12



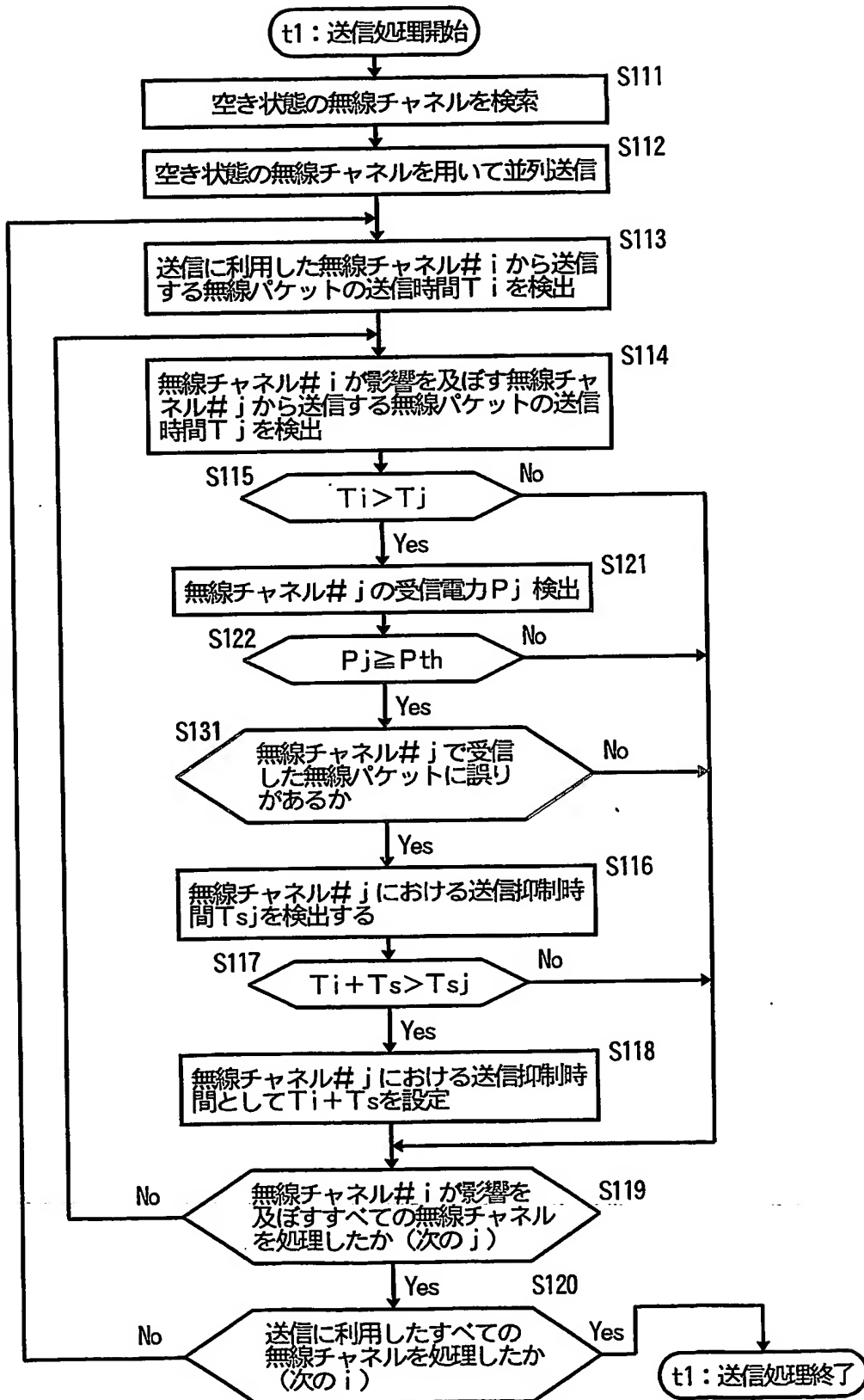
12/46

FIG. 13



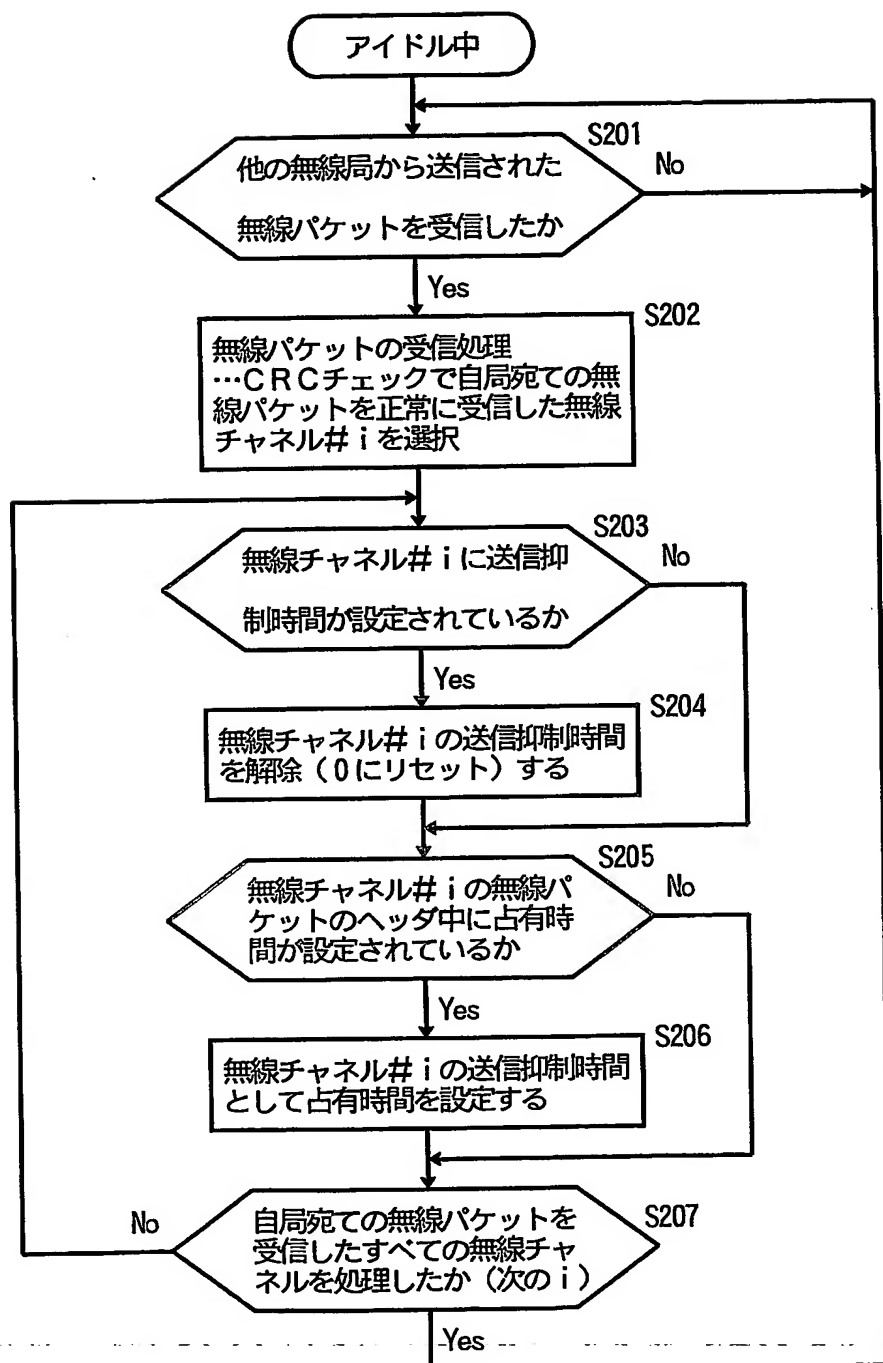
13/46

FIG. 14



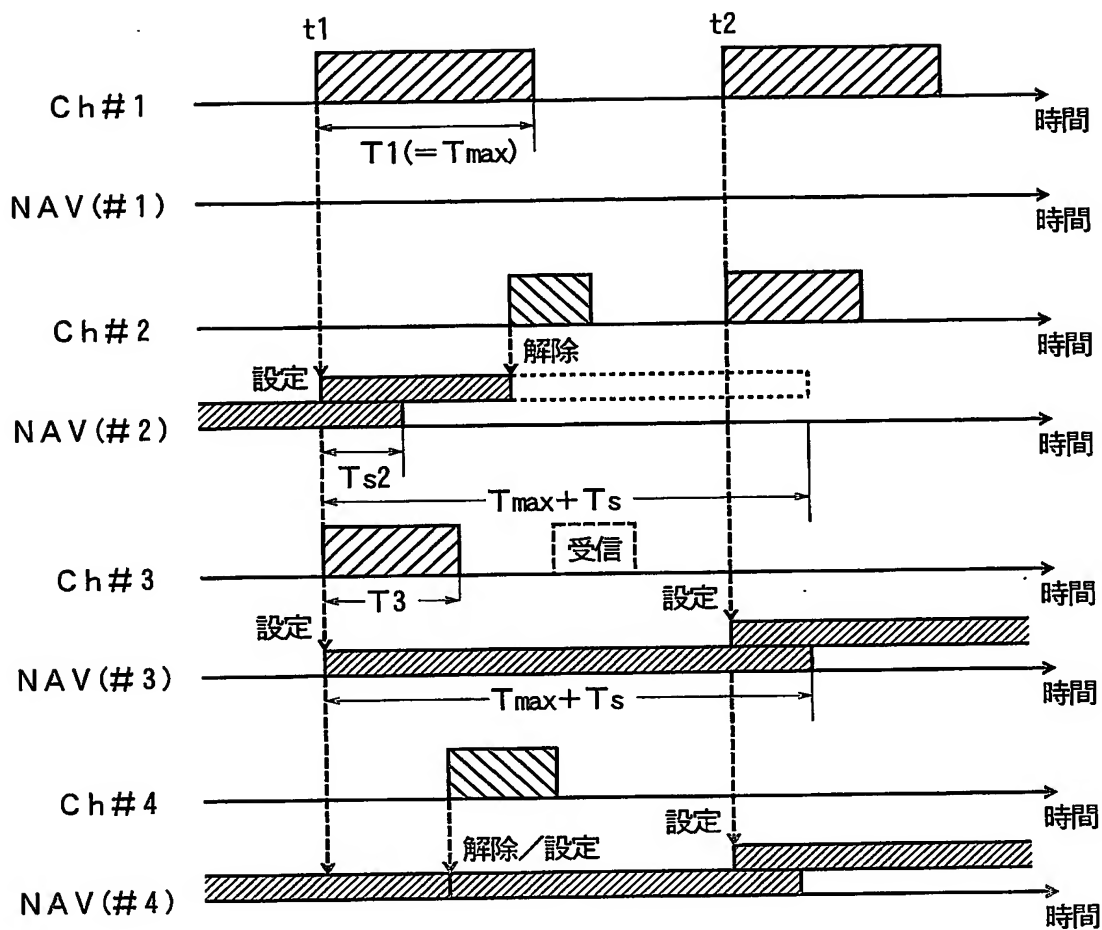
14/46

FIG. 15



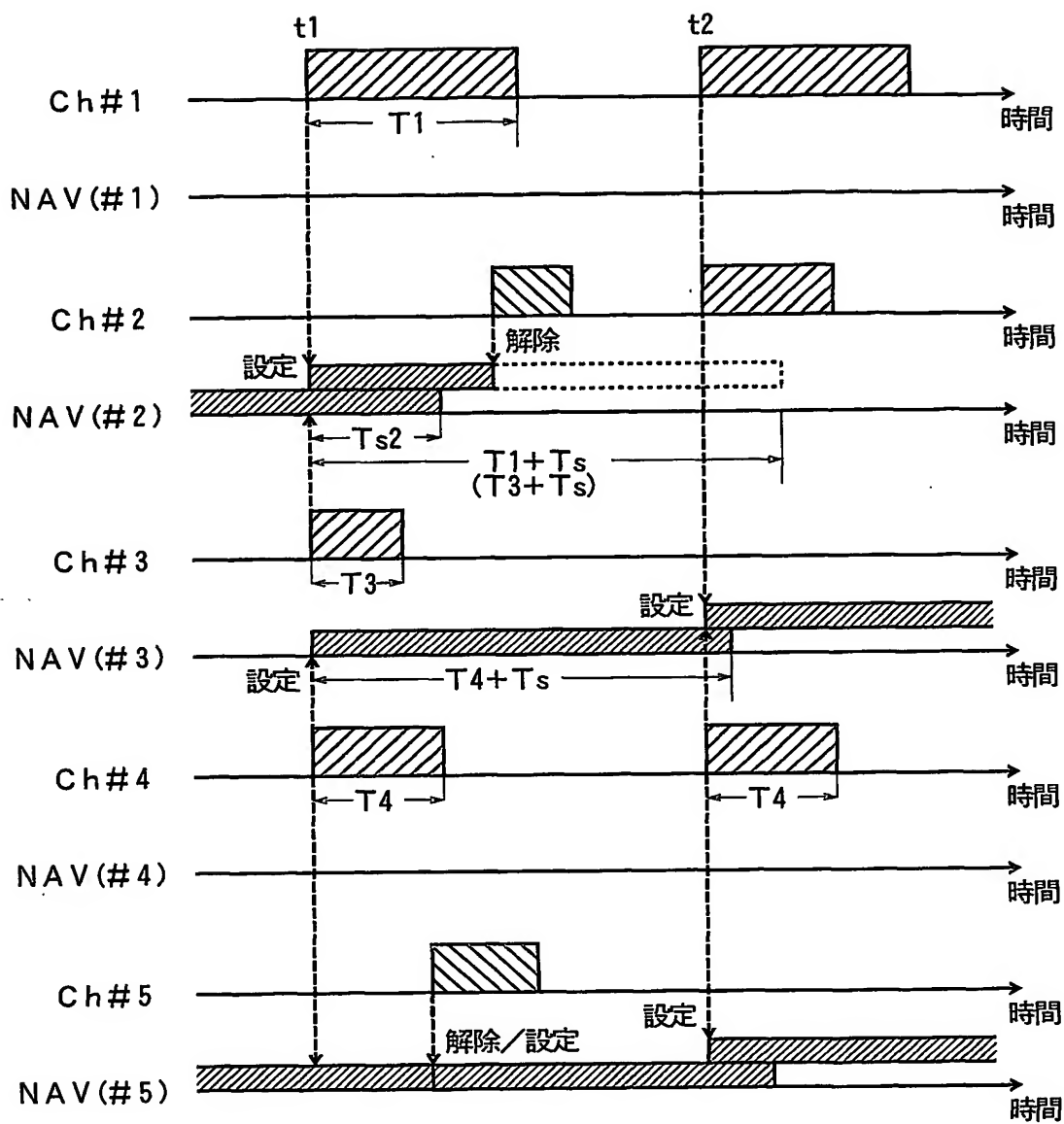
15 / 46

FIG. 16



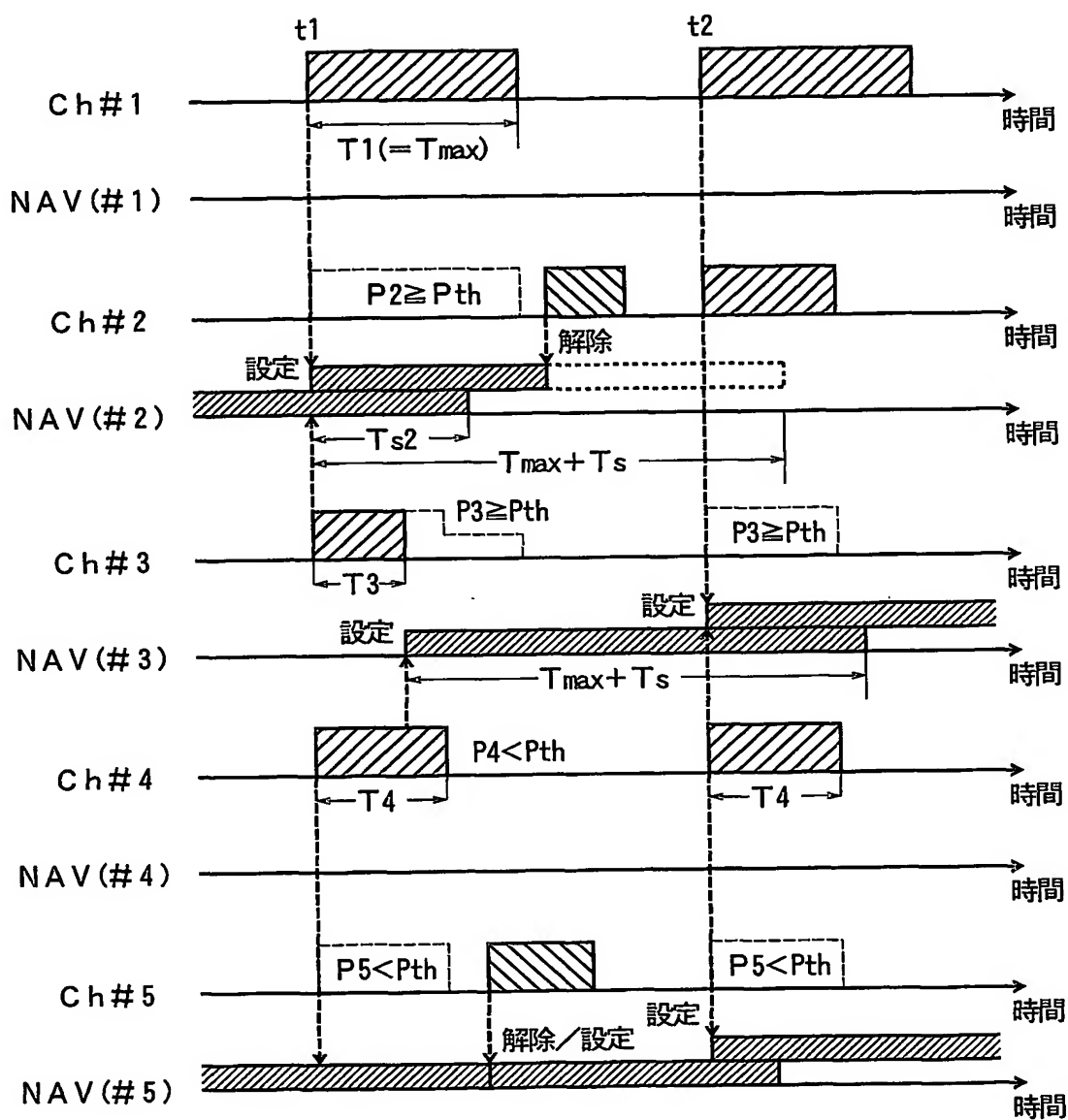
16/46

FIG. 17



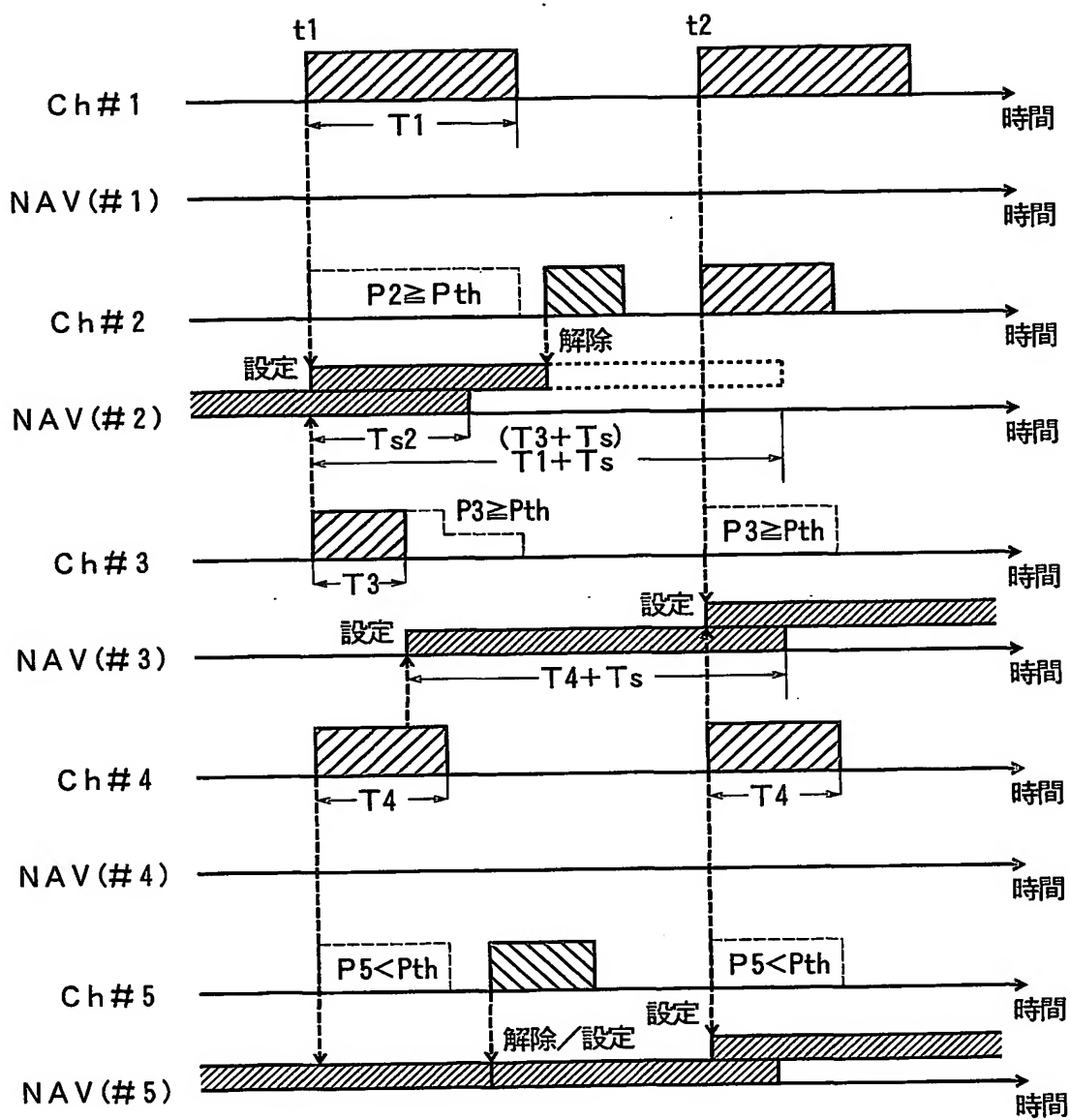
17/46

FIG. 18



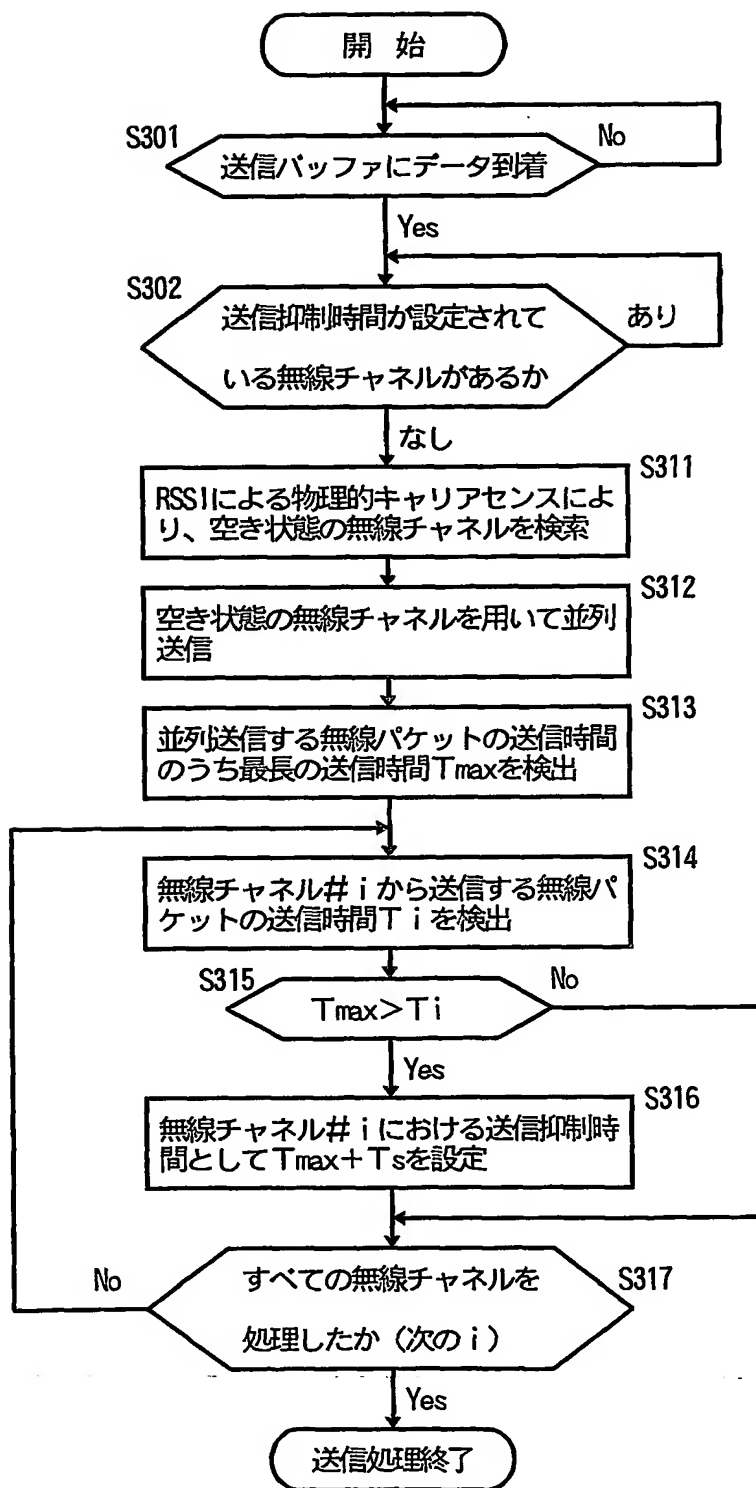
18/46

FIG. 19



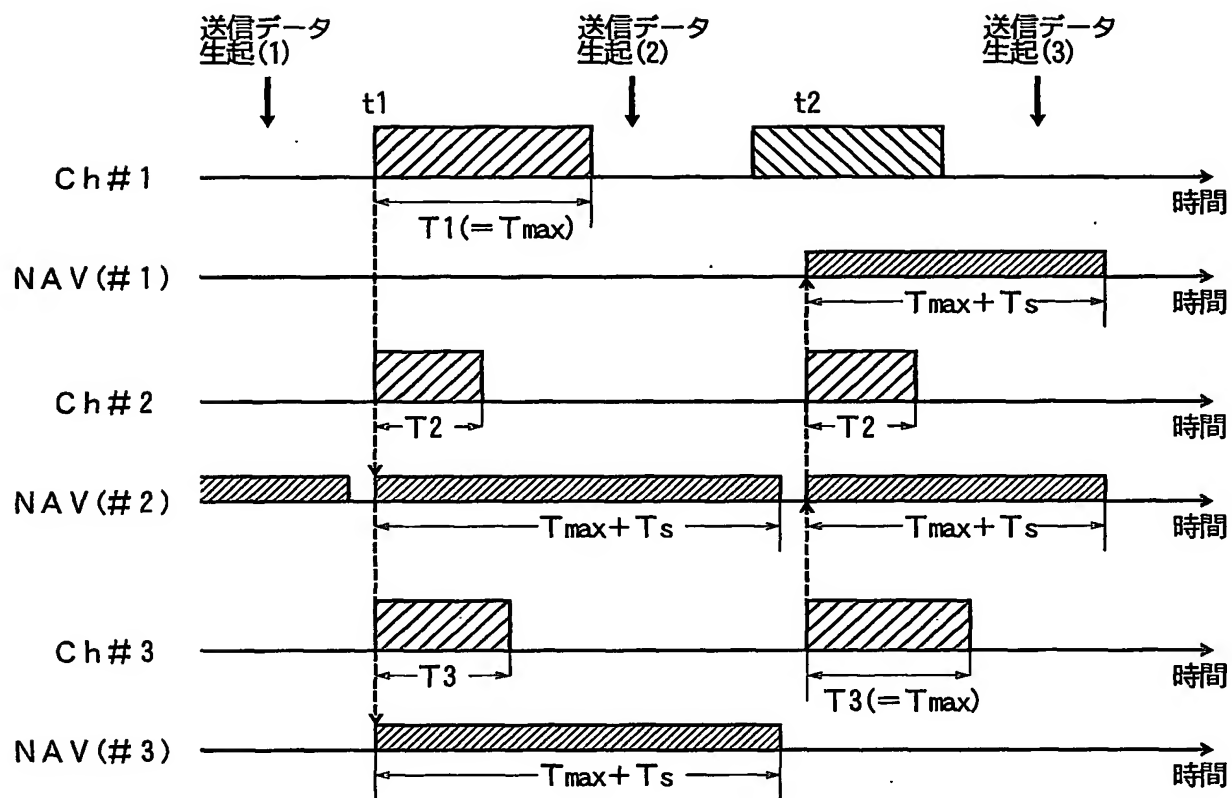
19/46

FIG. 20



20/46

FIG. 21



21/46

FIG. 22

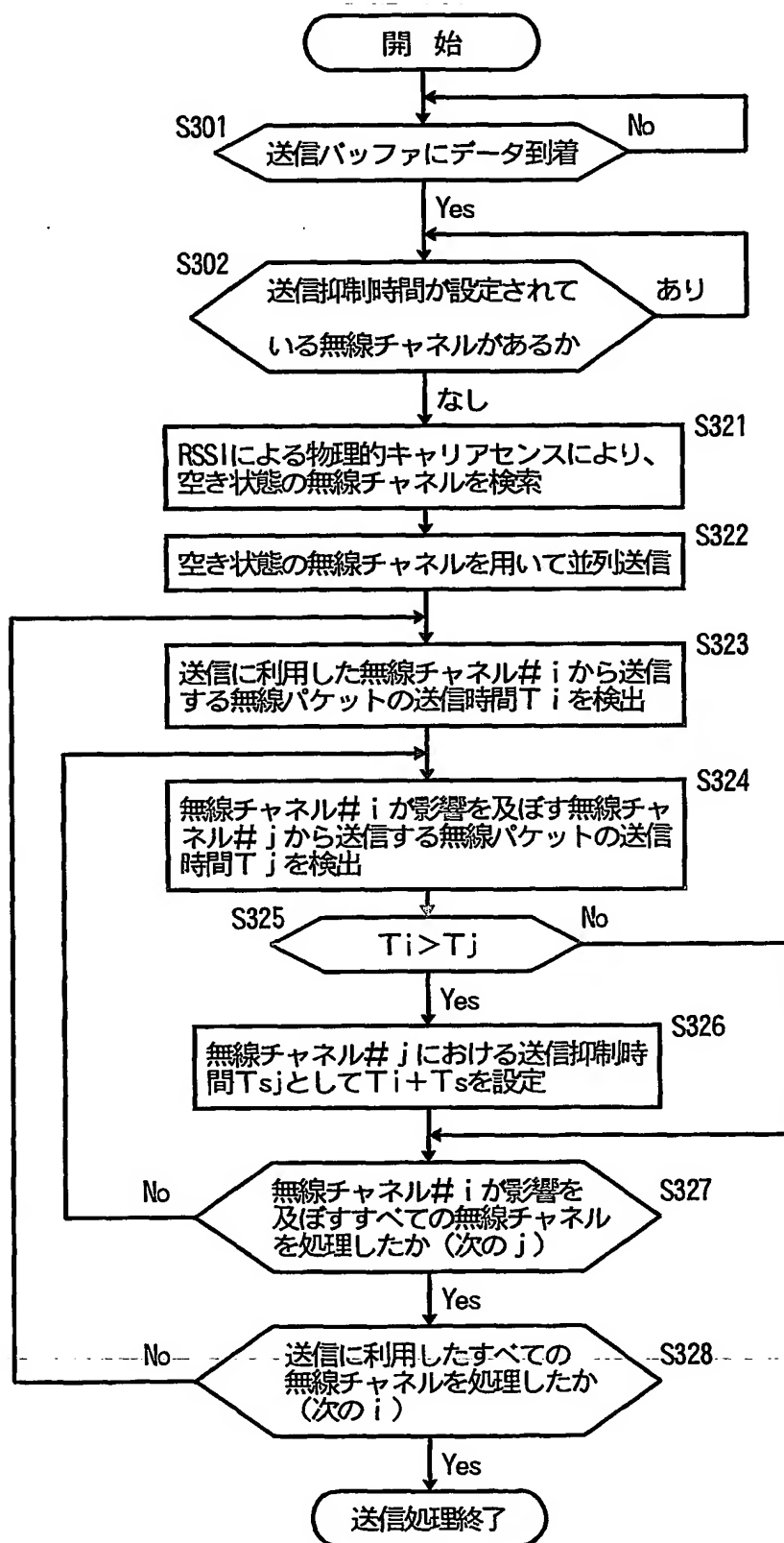
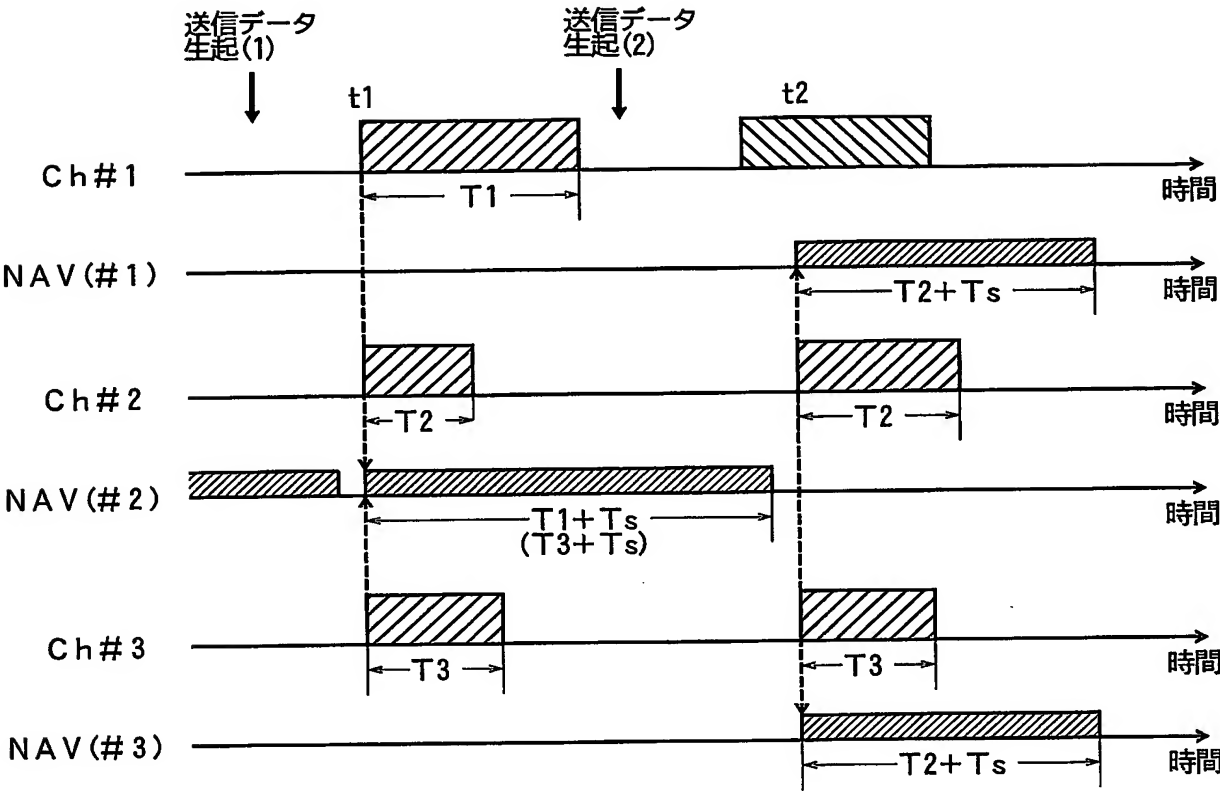
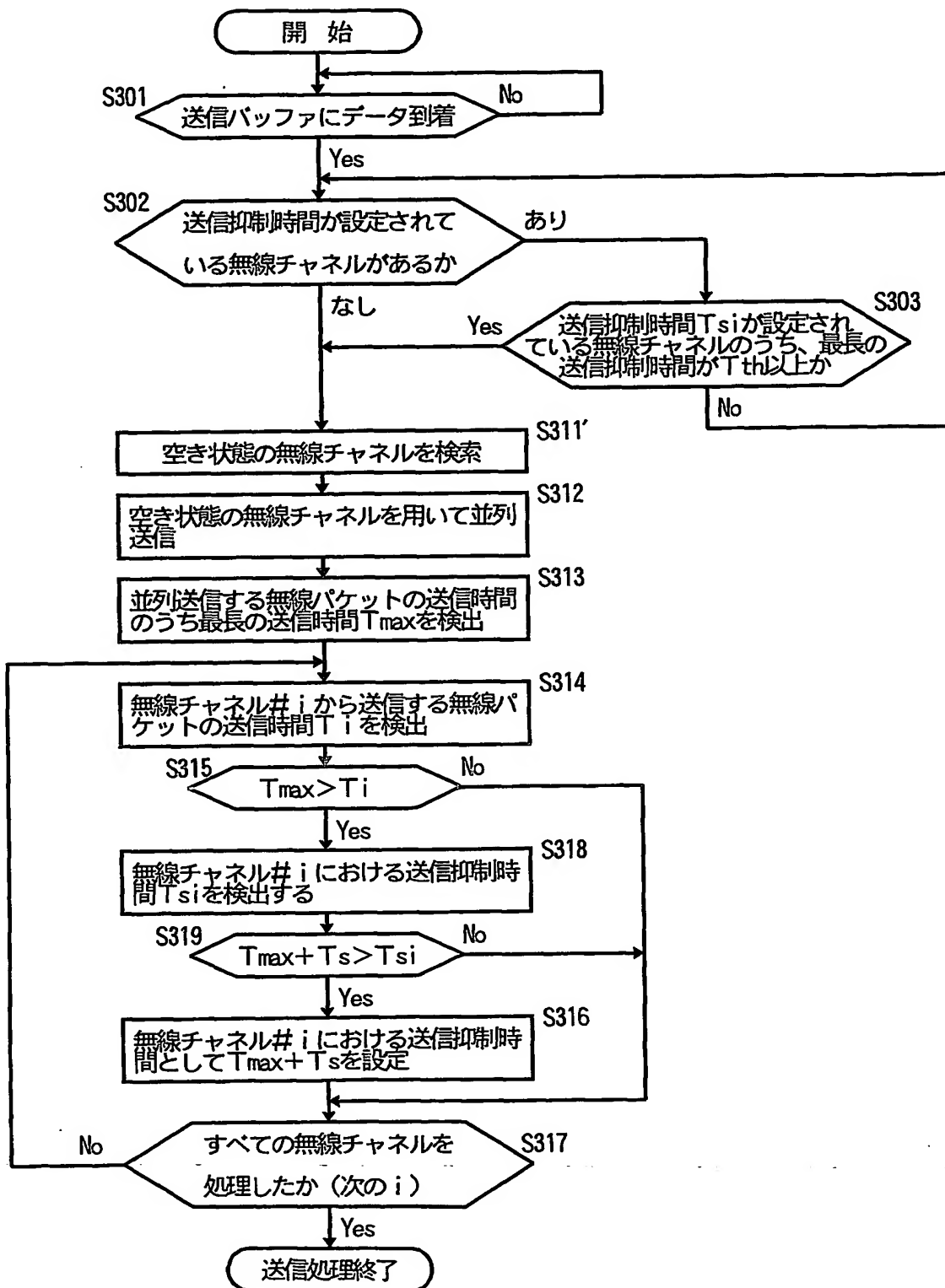


FIG. 23



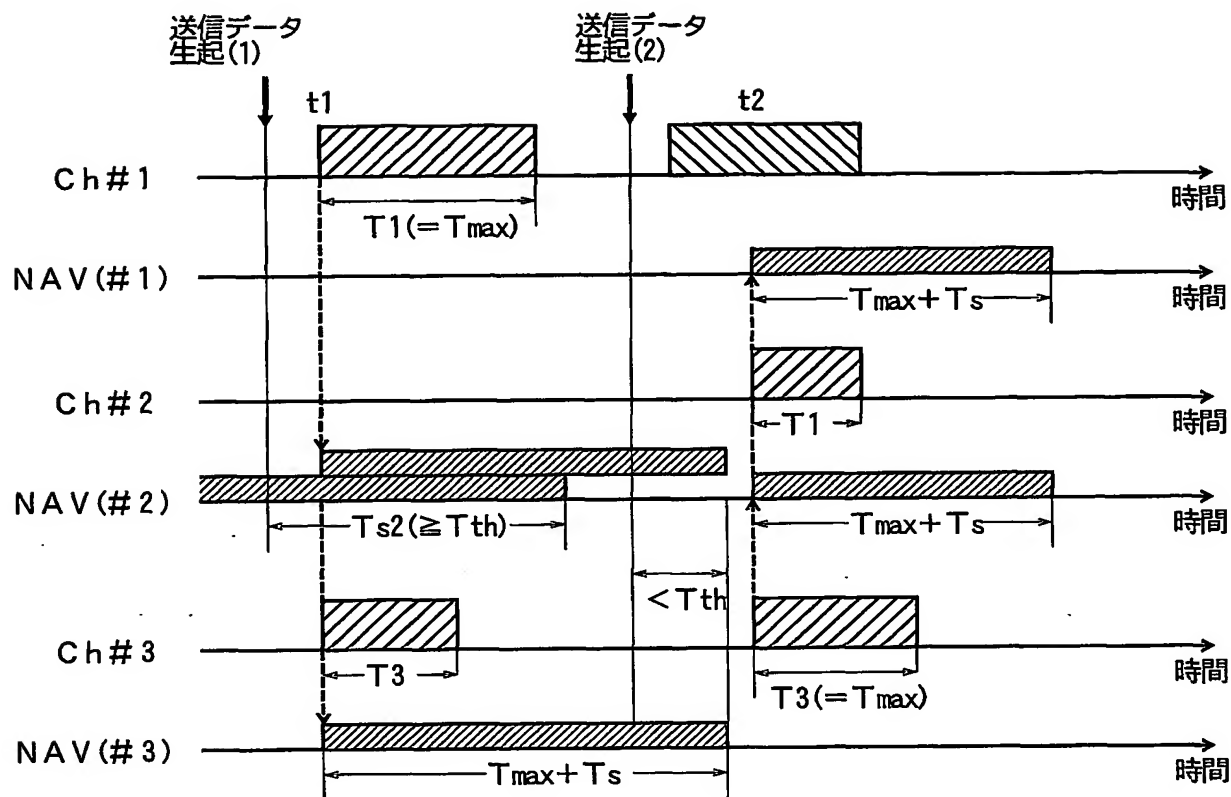
23/46

FIG. 24



24/46

FIG. 25



25/46

FIG. 26

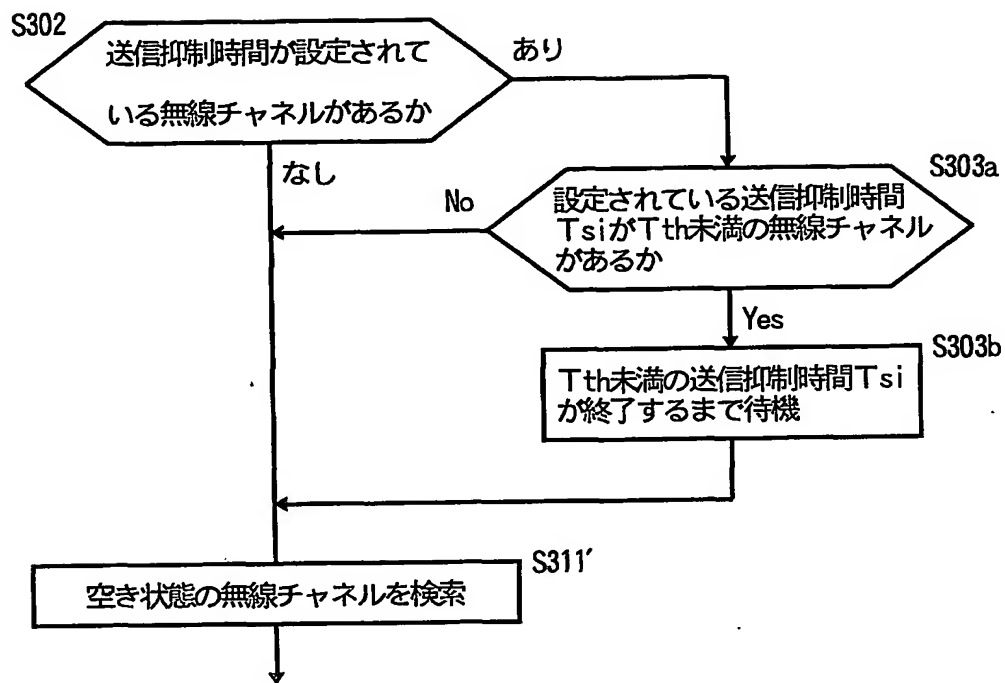
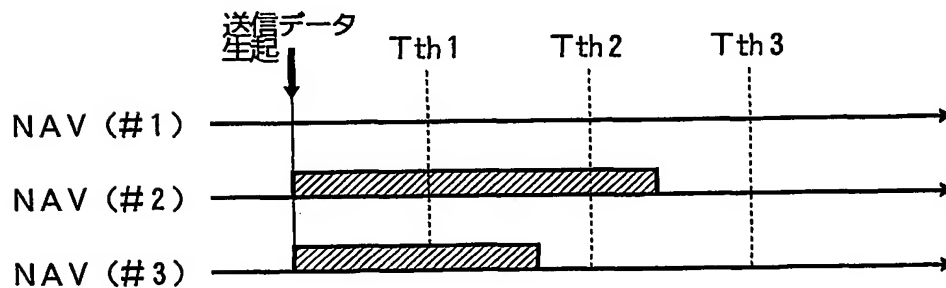


FIG. 27



26/46

FIG. 28

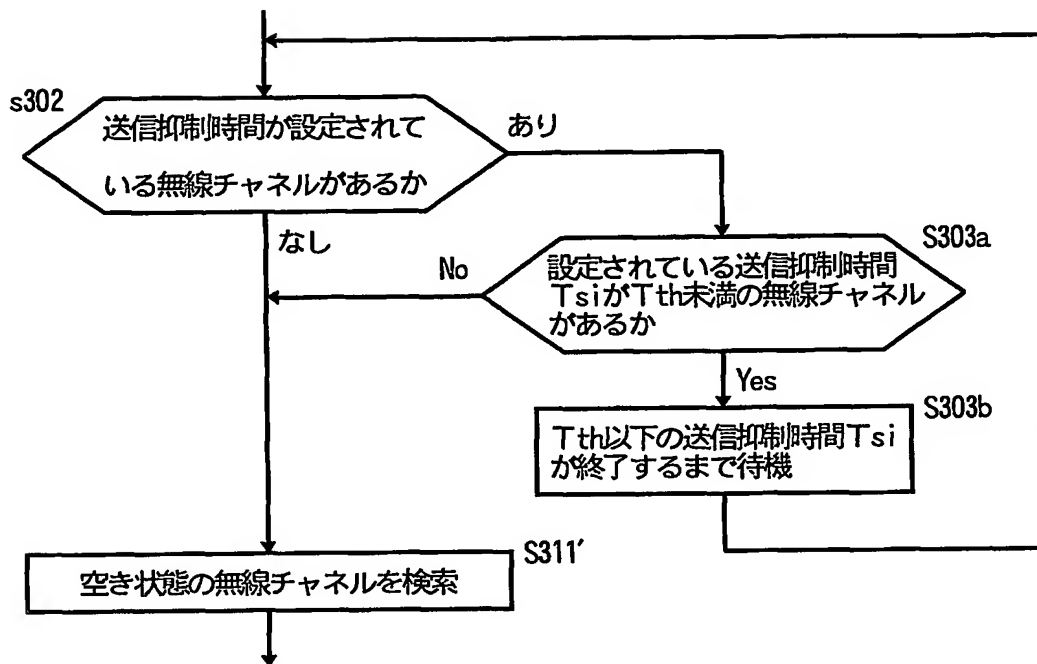
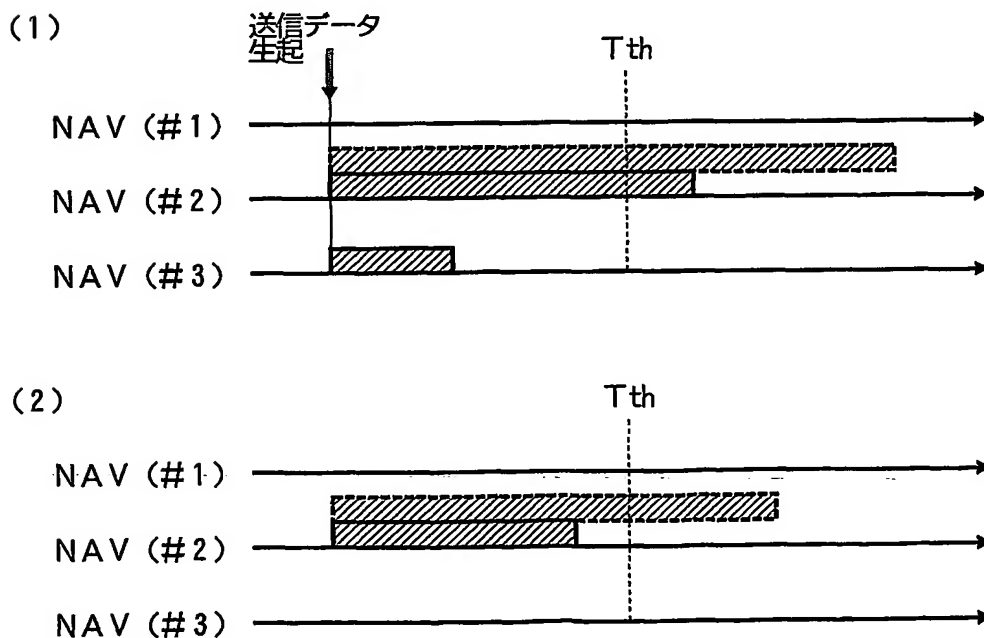
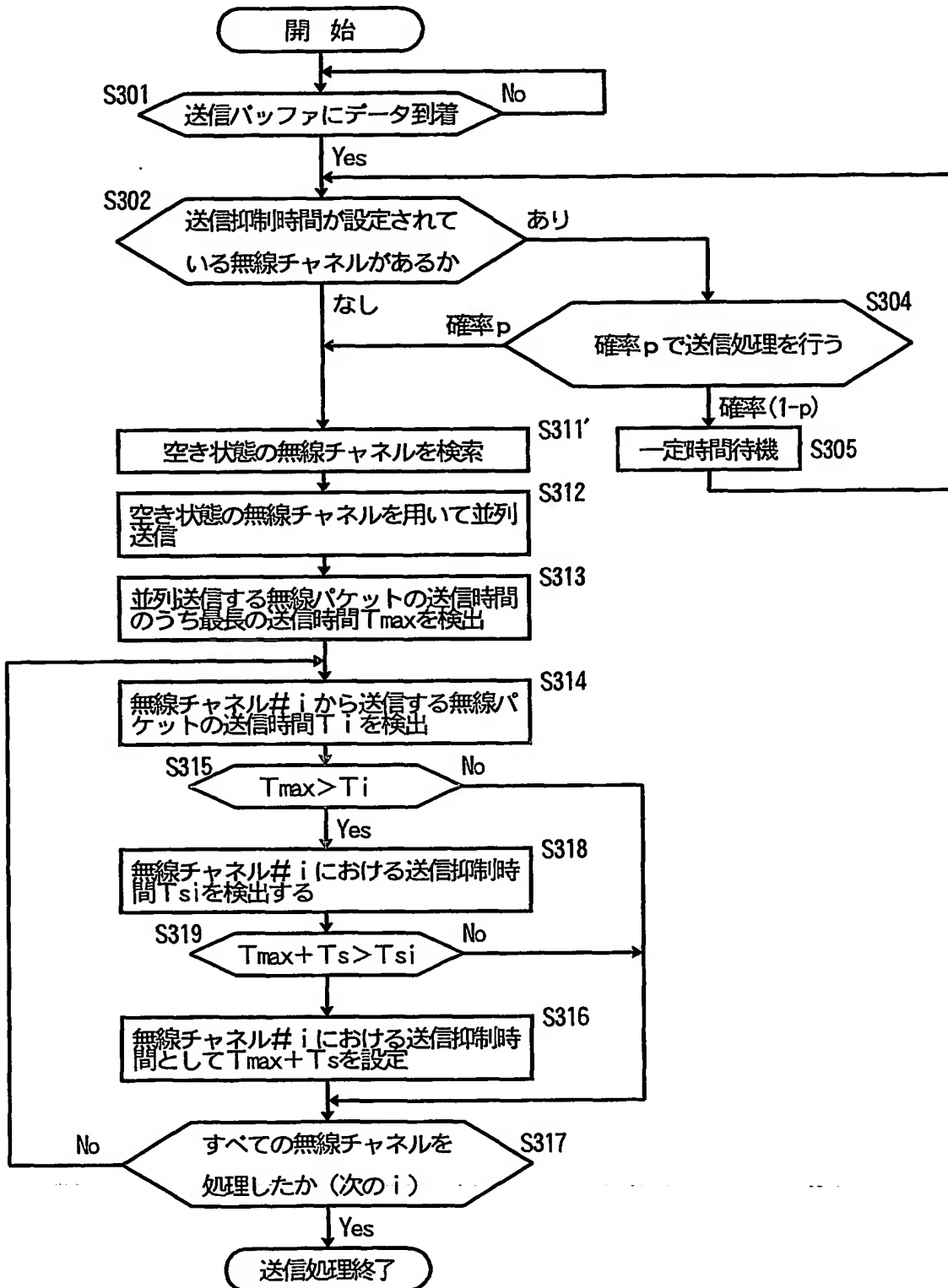


FIG. 29



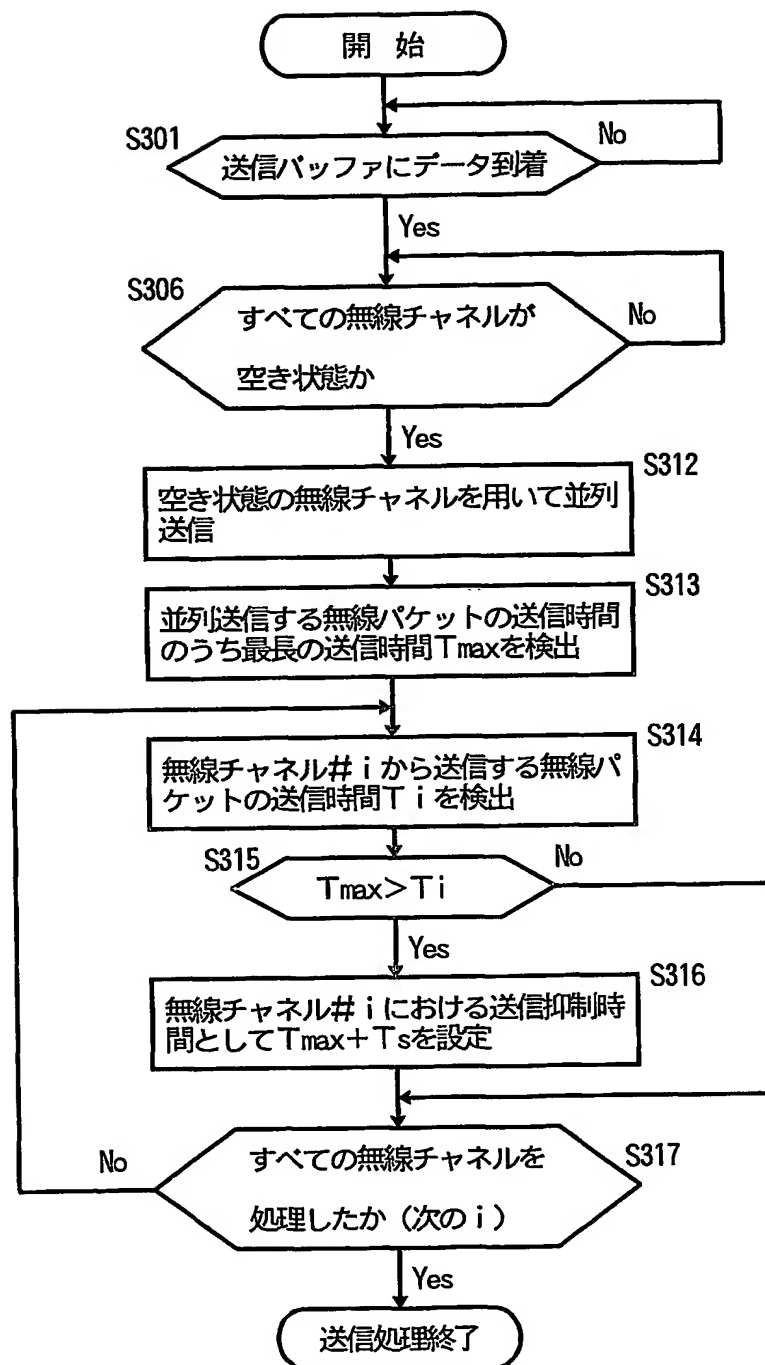
27/46

FIG. 30



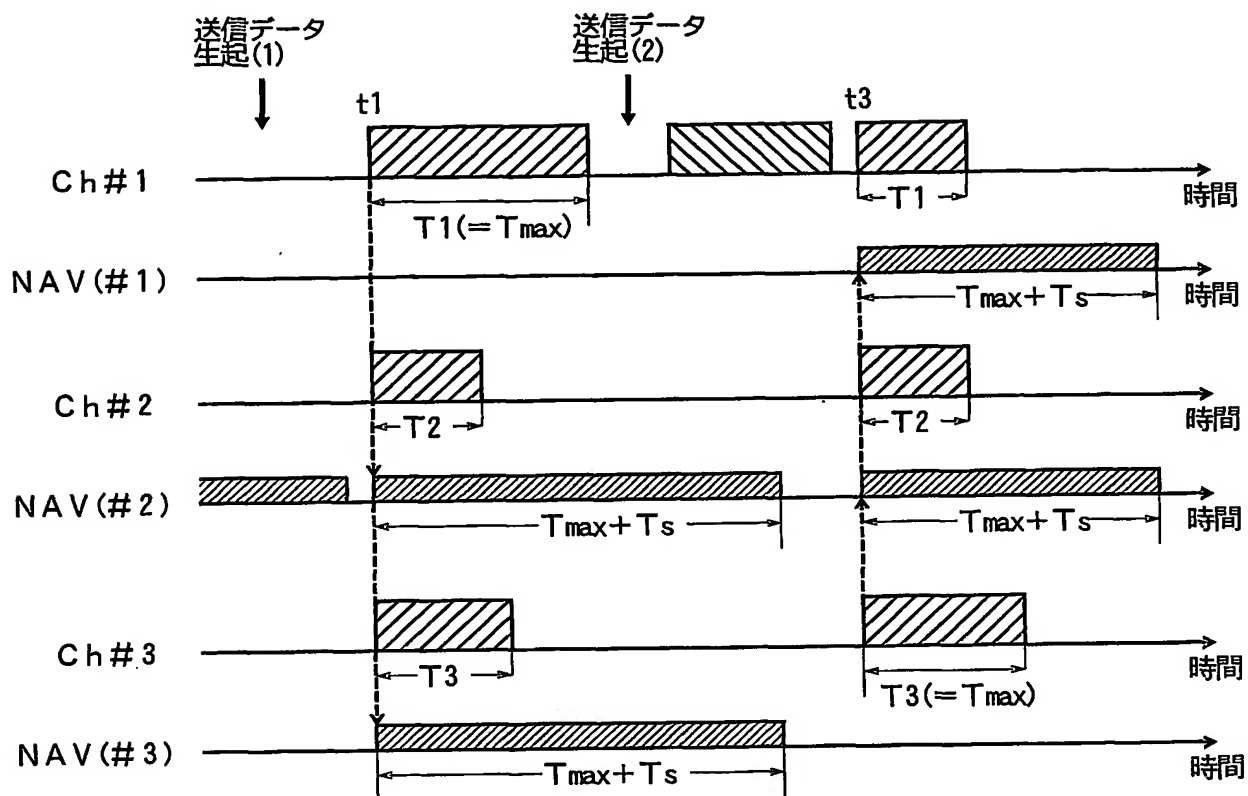
28/46

FIG. 31



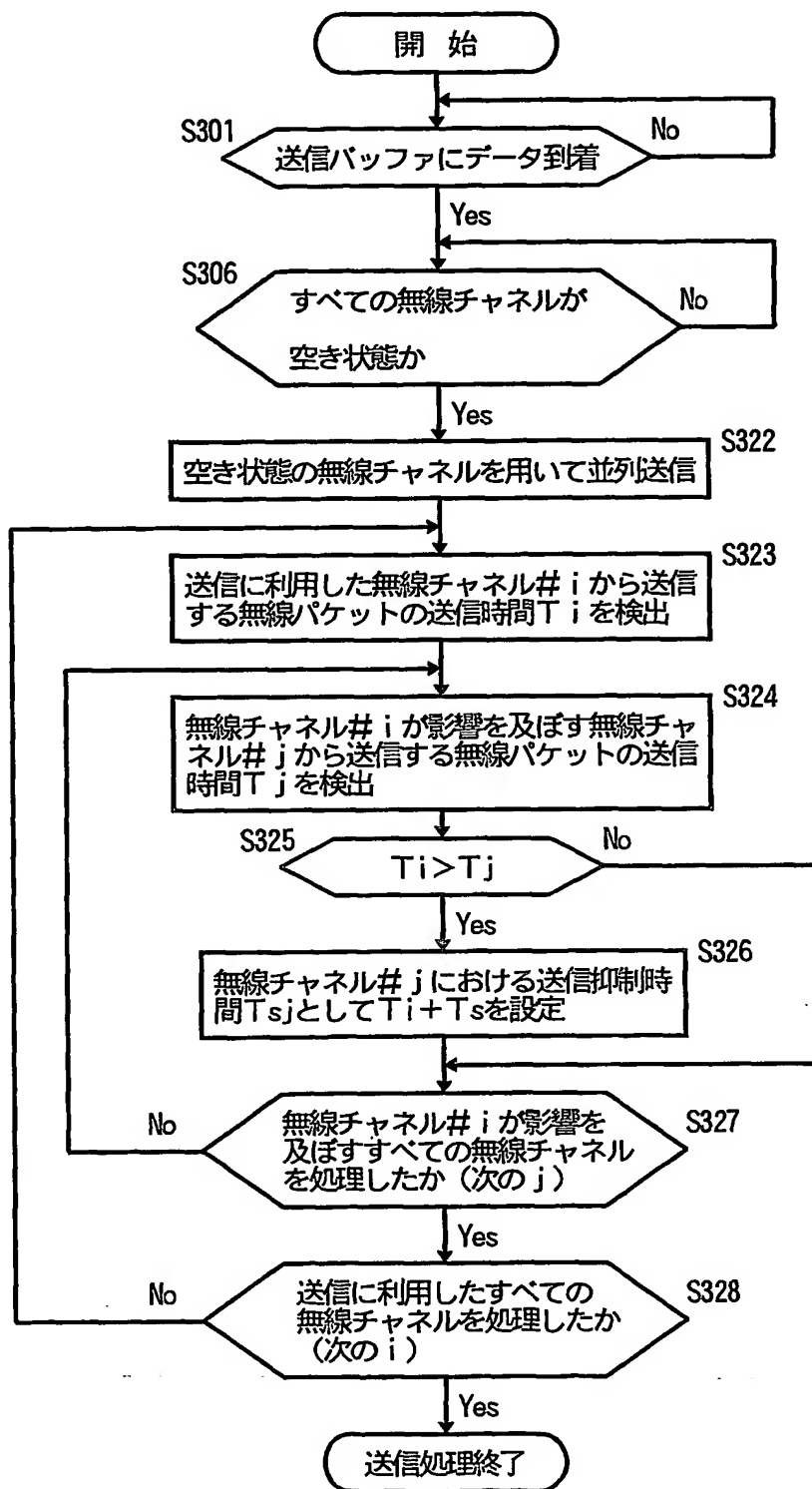
29/46

FIG. 32



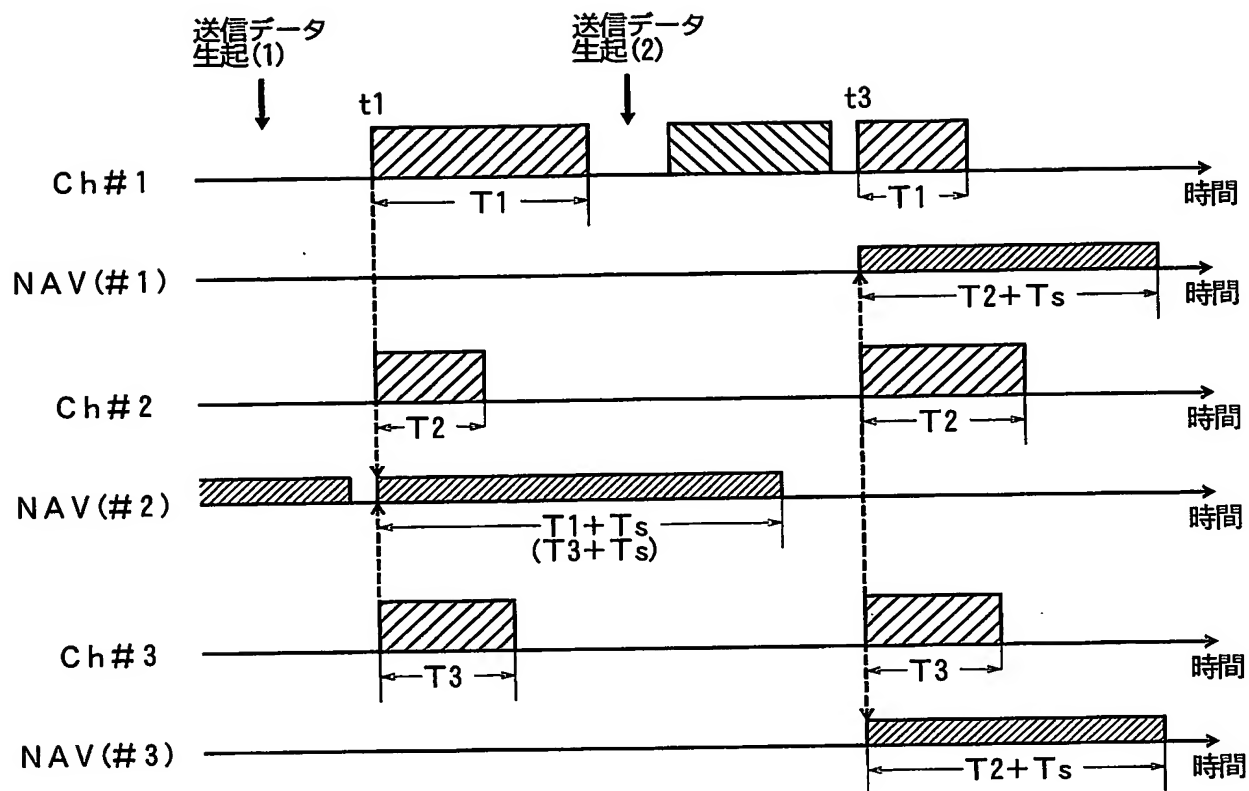
30/46

FIG. 33



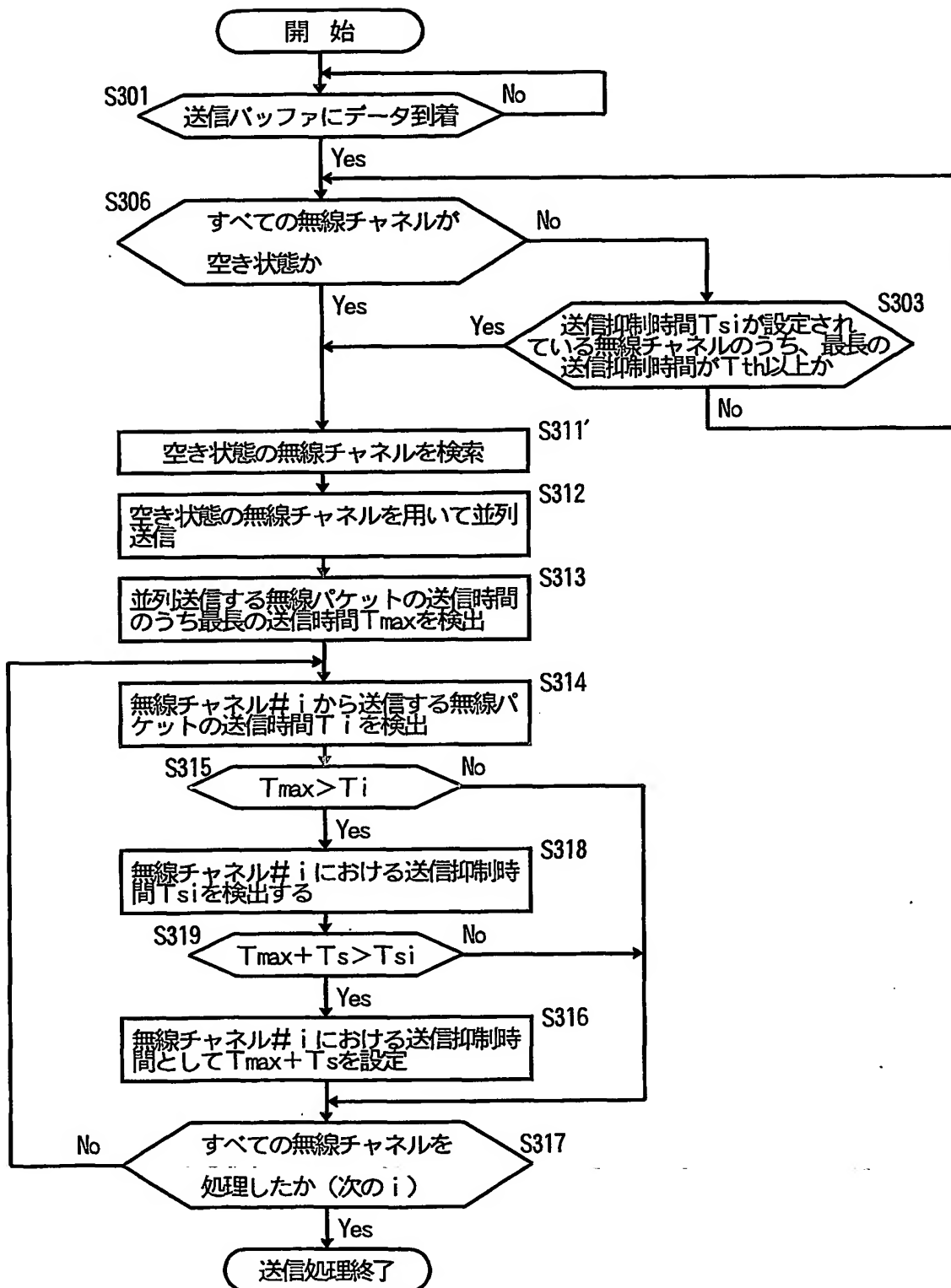
31/46

FIG. 34



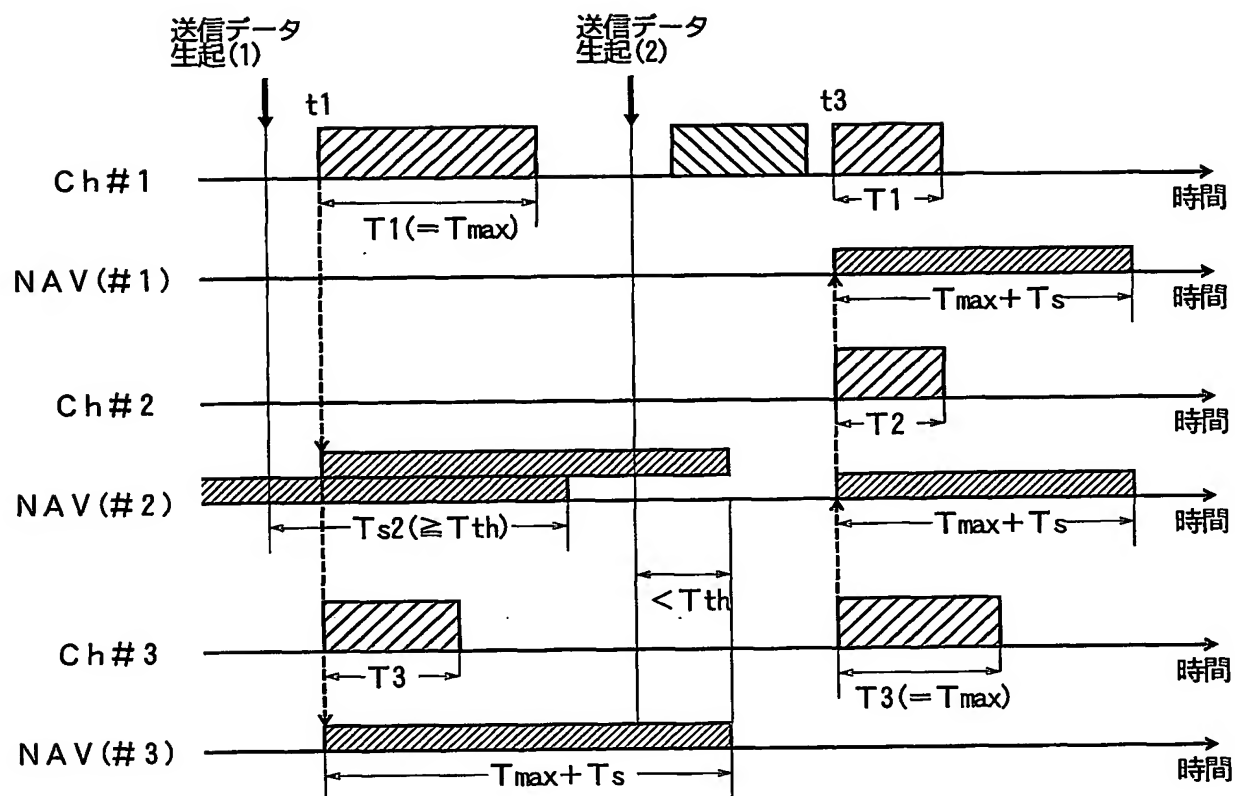
32/46

FIG. 35



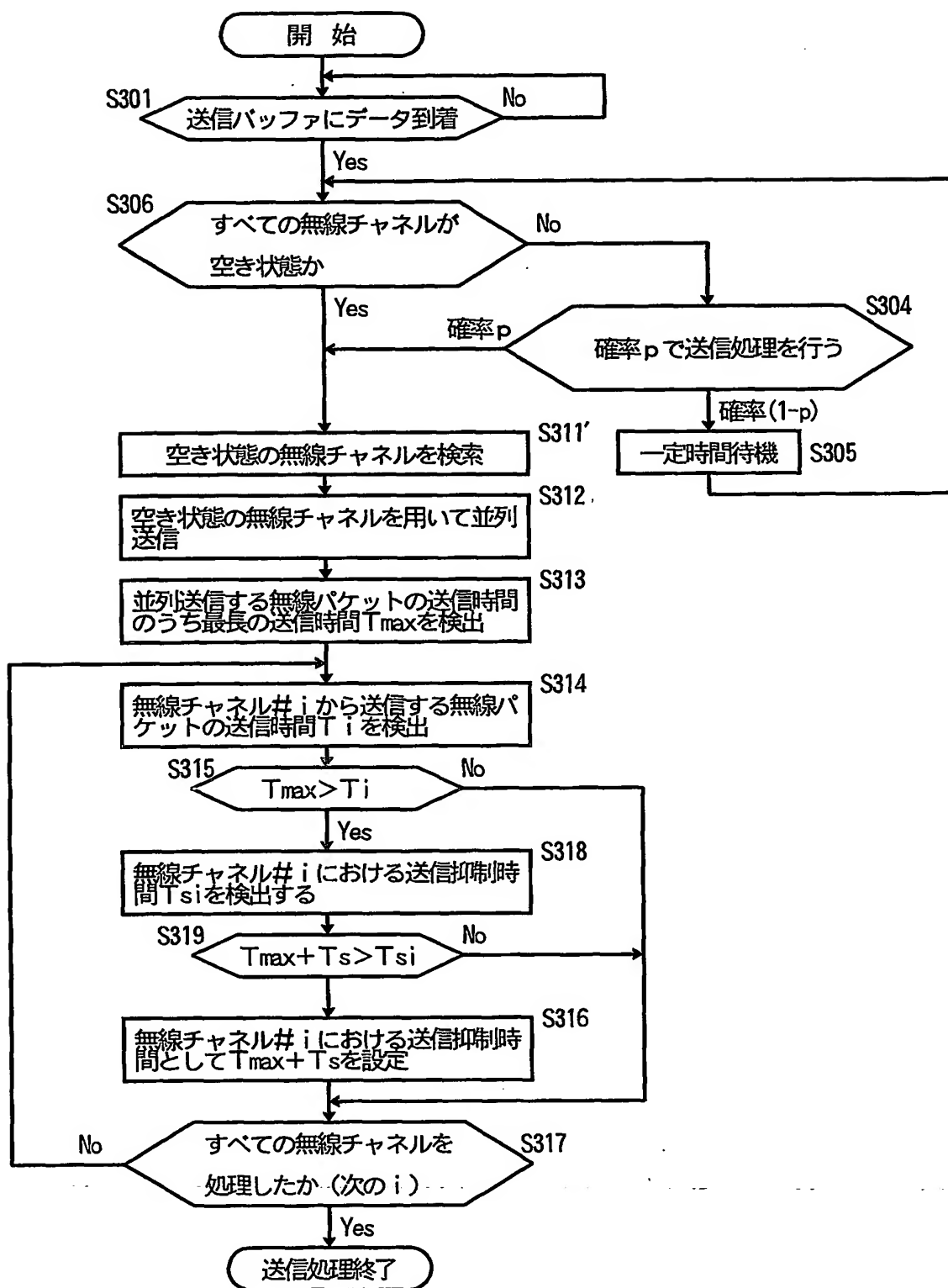
33/46

FIG. 36



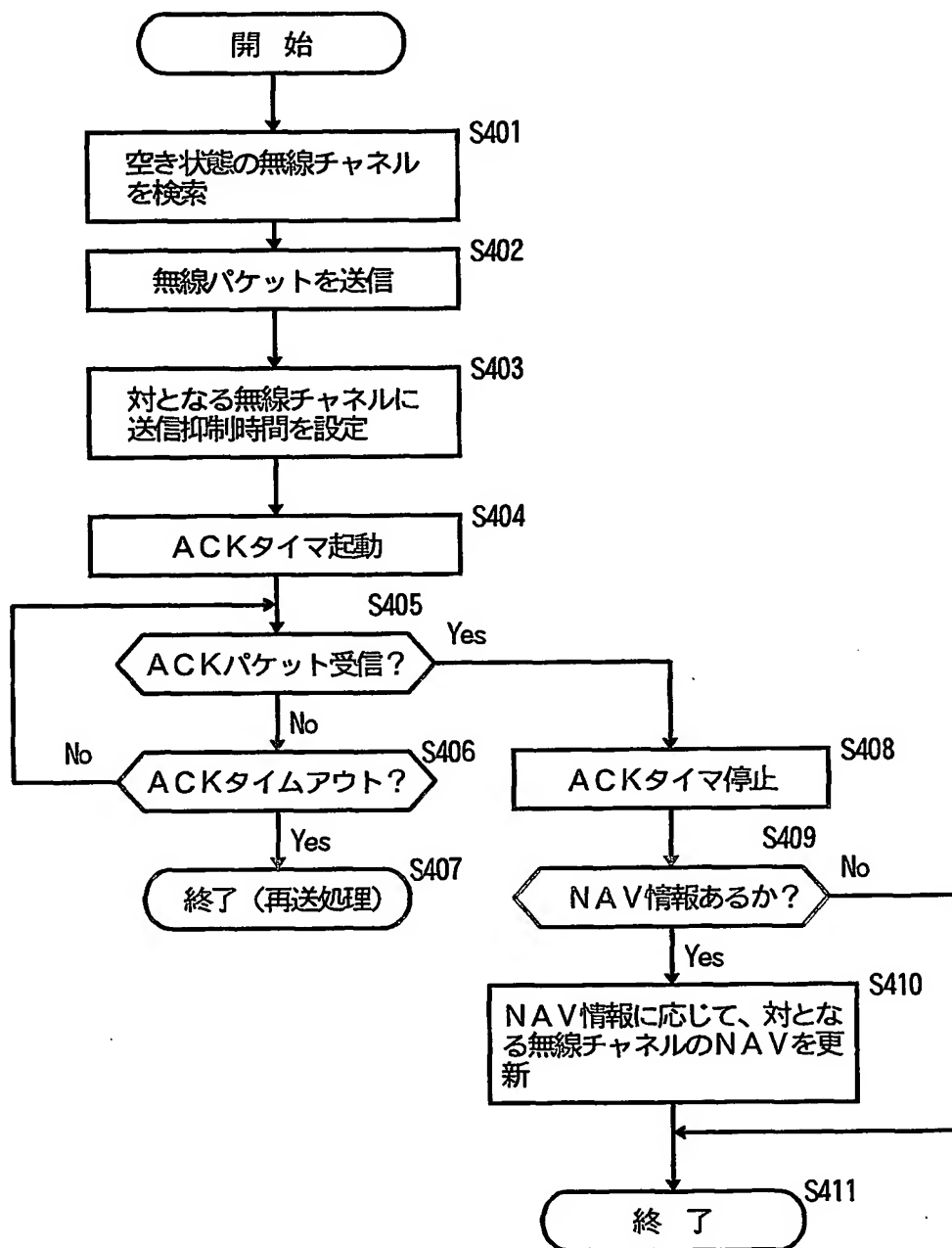
3 4 / 4 6

FIG. 37



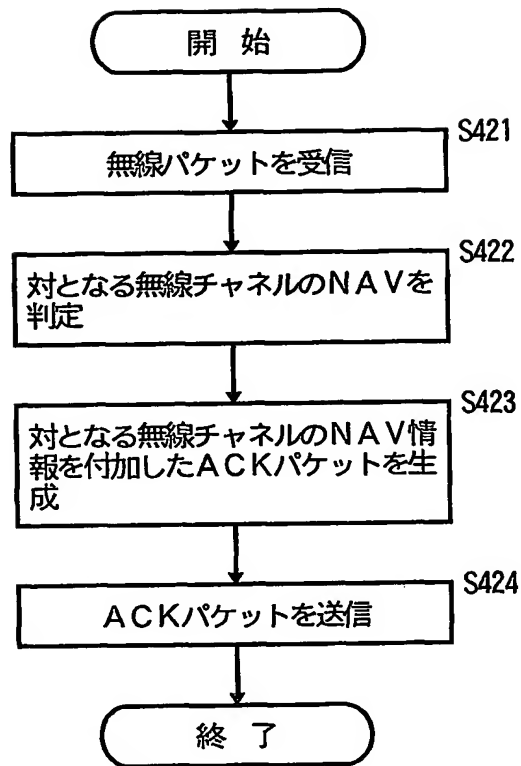
35/46

FIG. 38



36/46

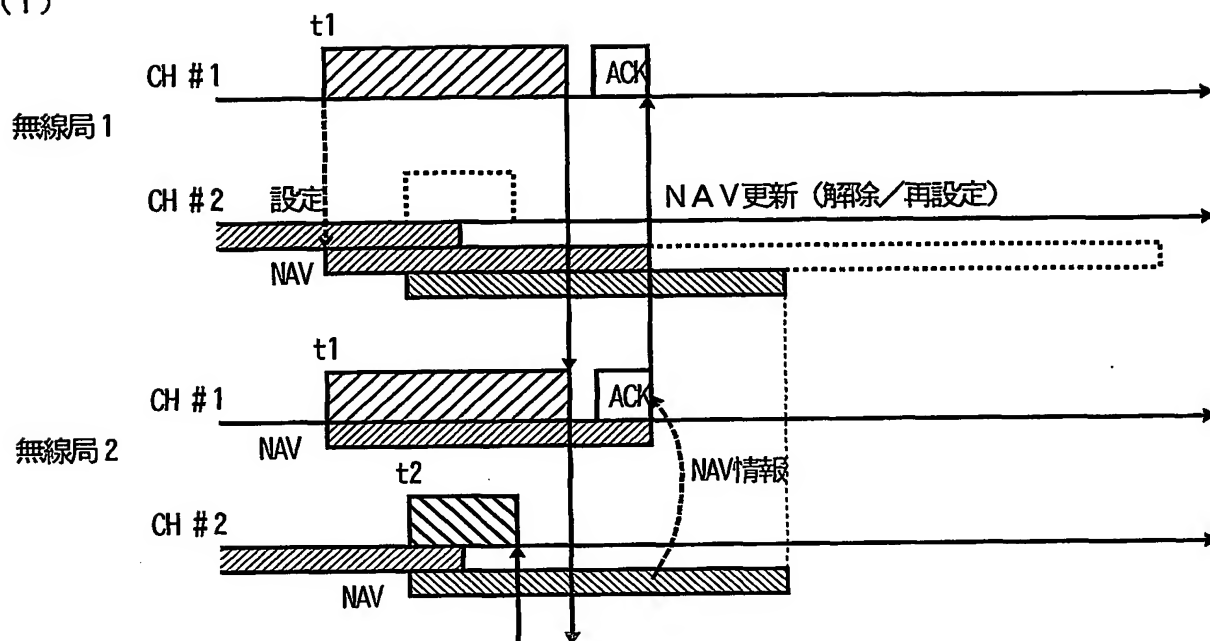
FIG. 39



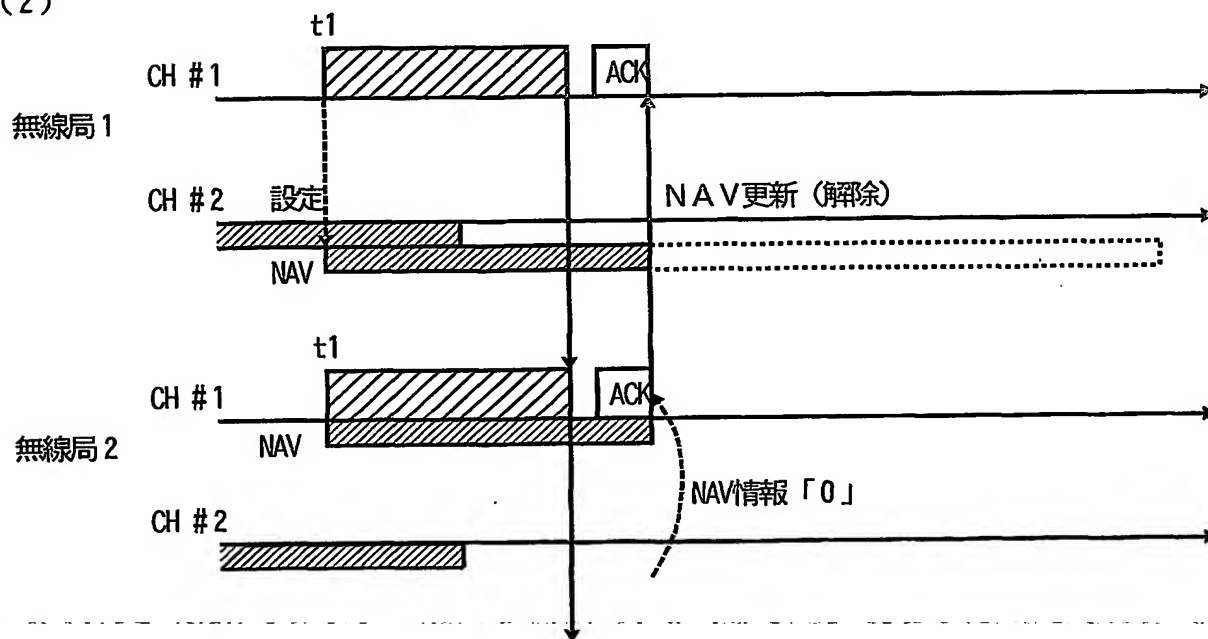
37/46

FIG. 40

(1)

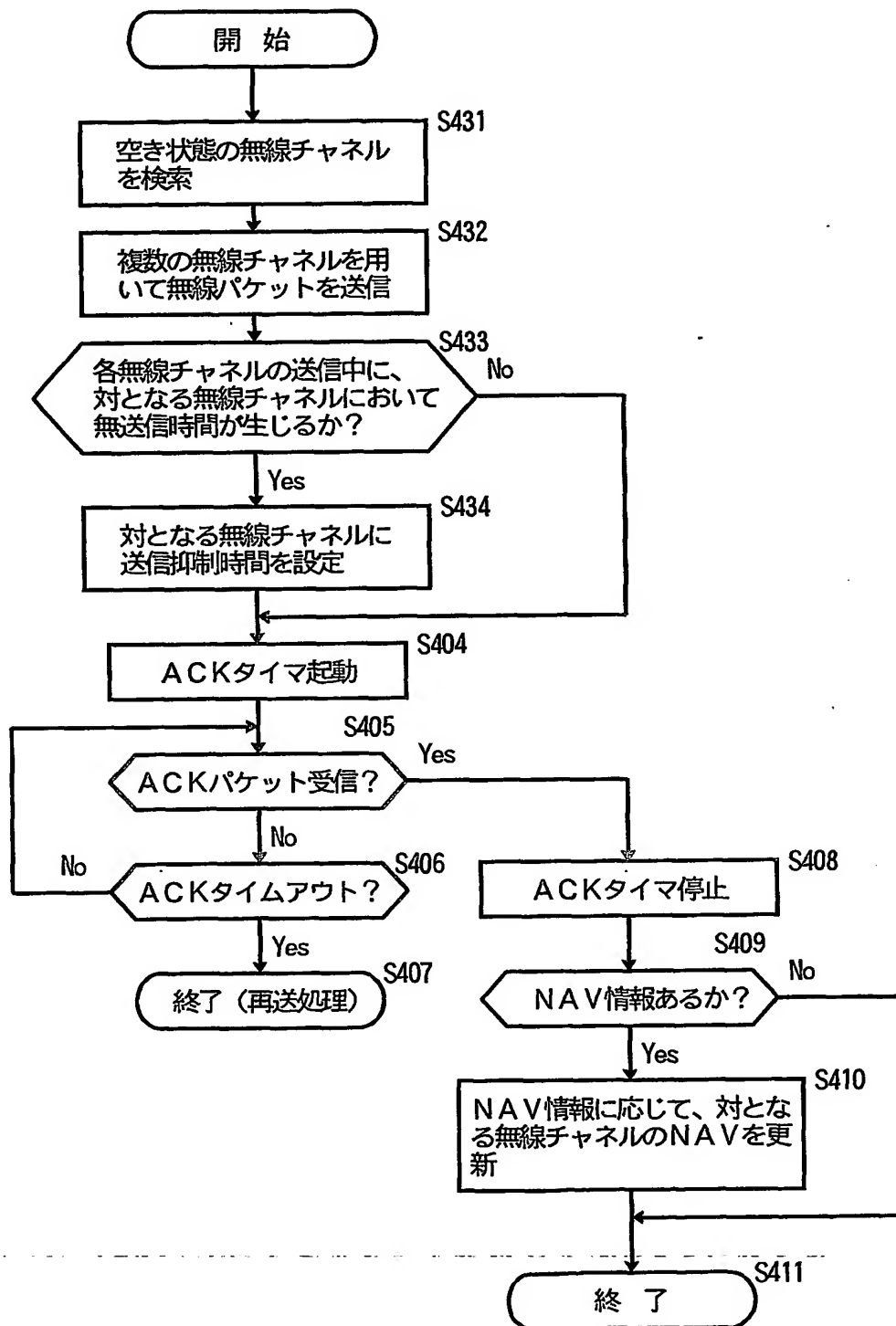


(2)



38/46

FIG. 41



39/46

FIG. 42

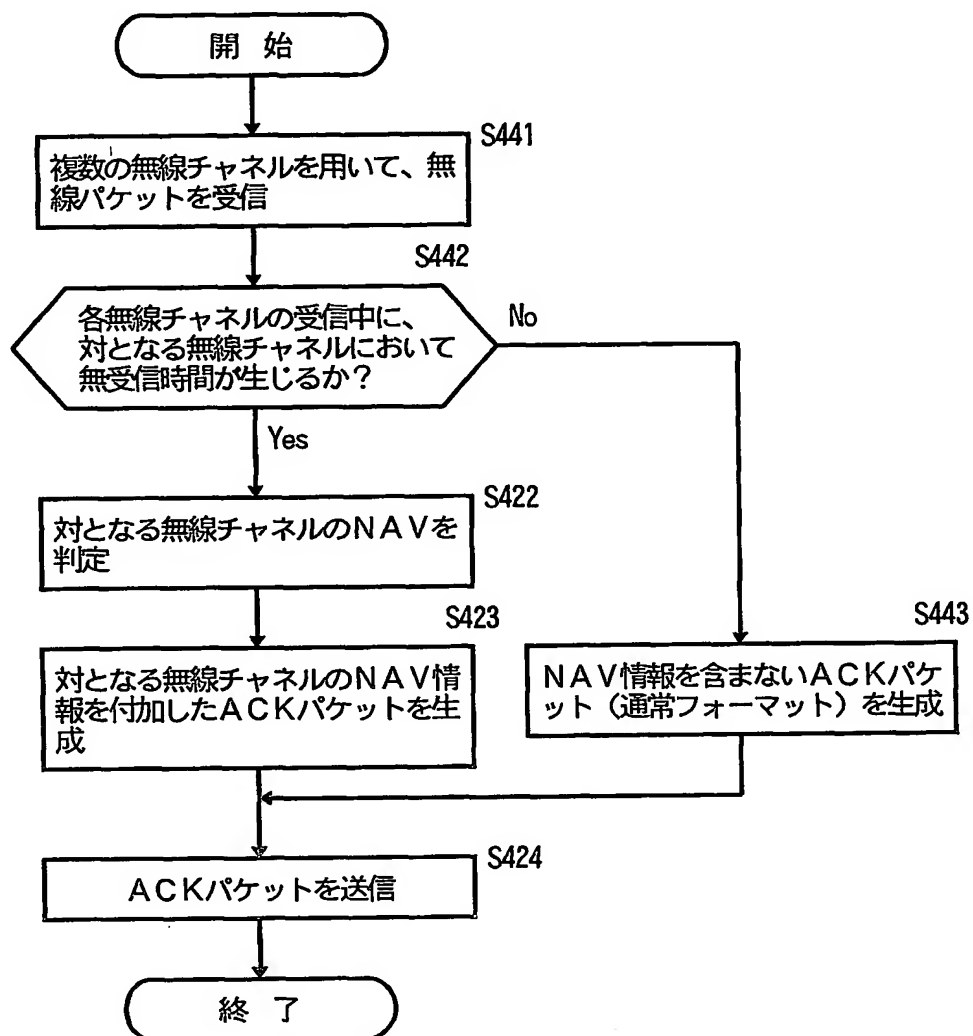
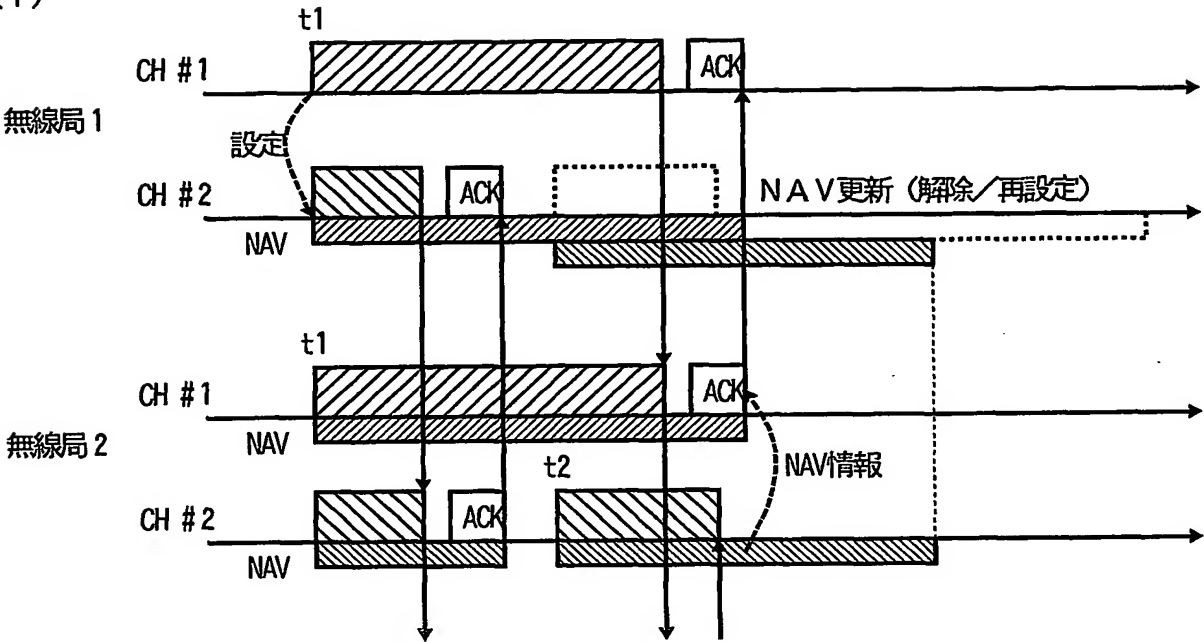
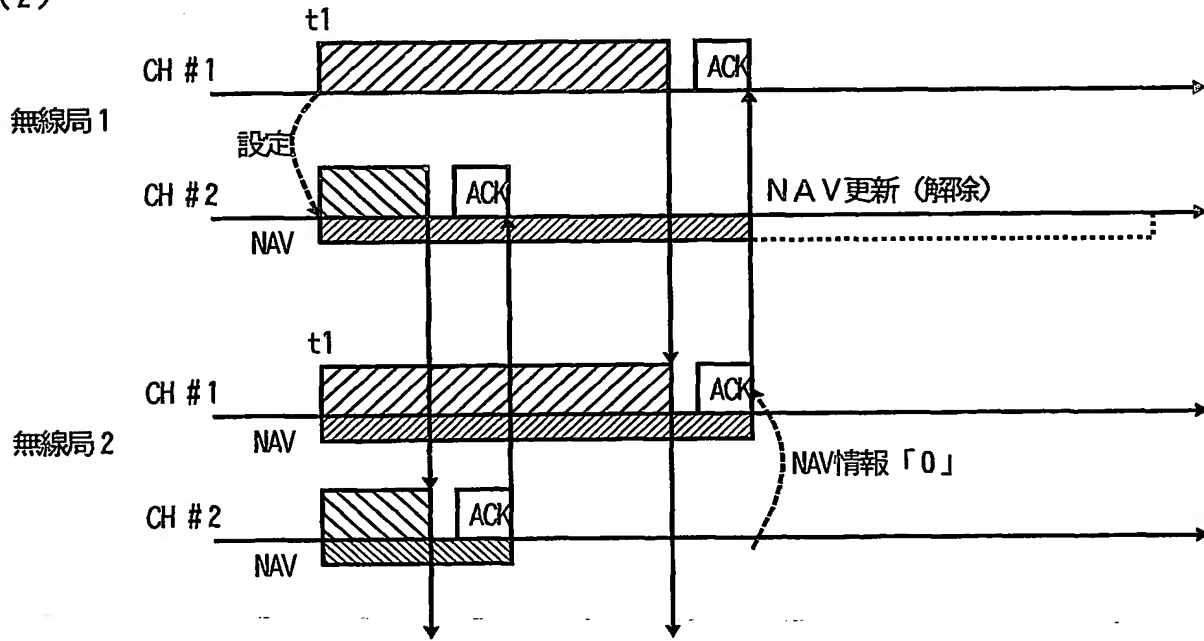


FIG. 43

(1)



(2)



41/46

FIG. 44

(3)

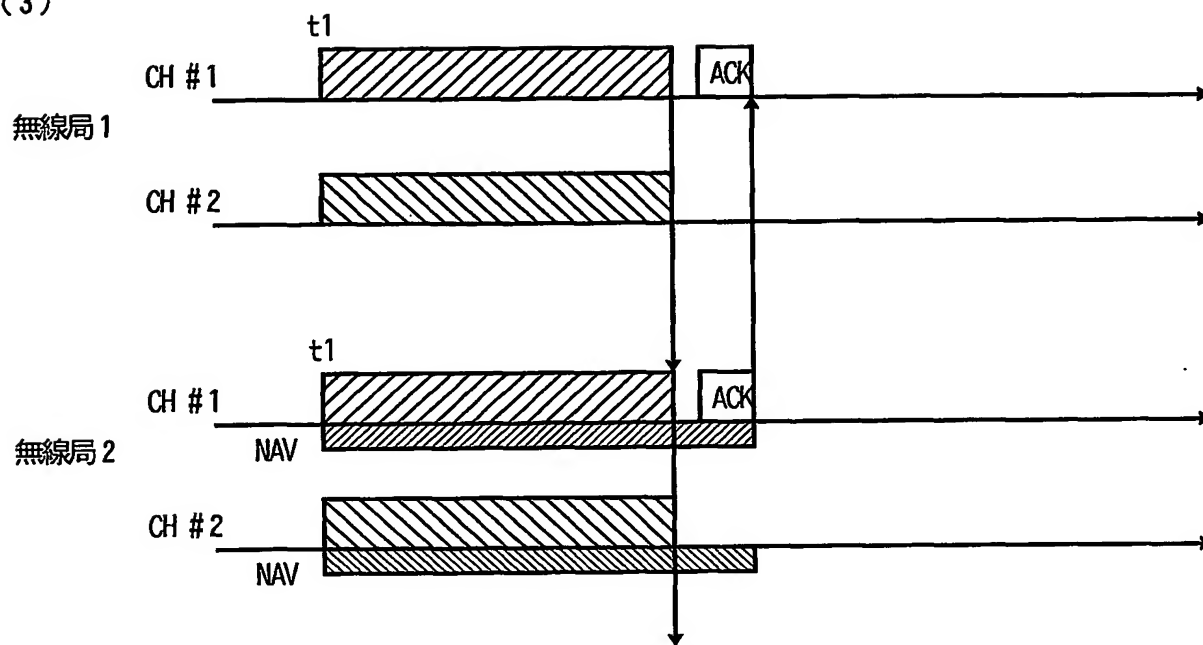
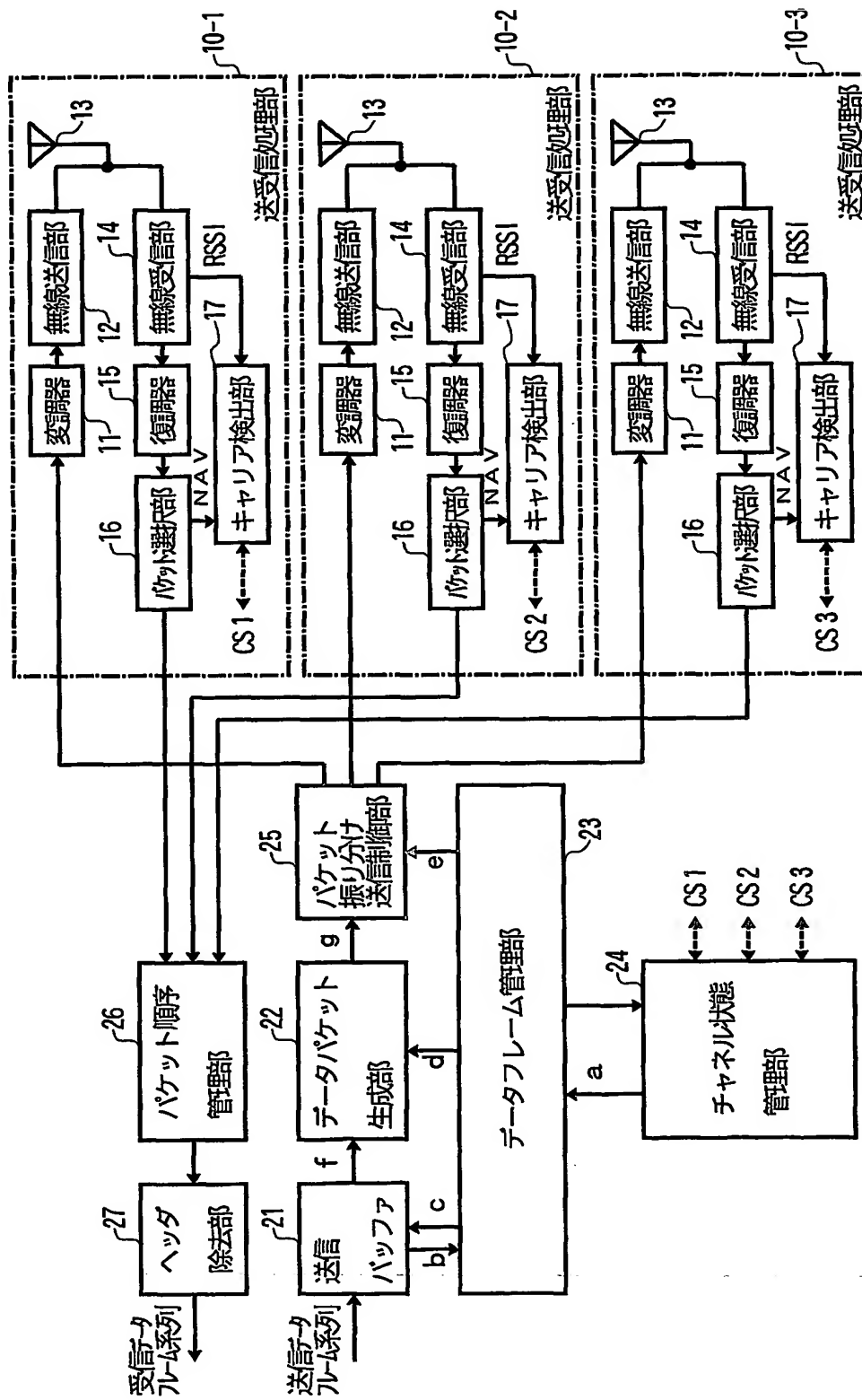
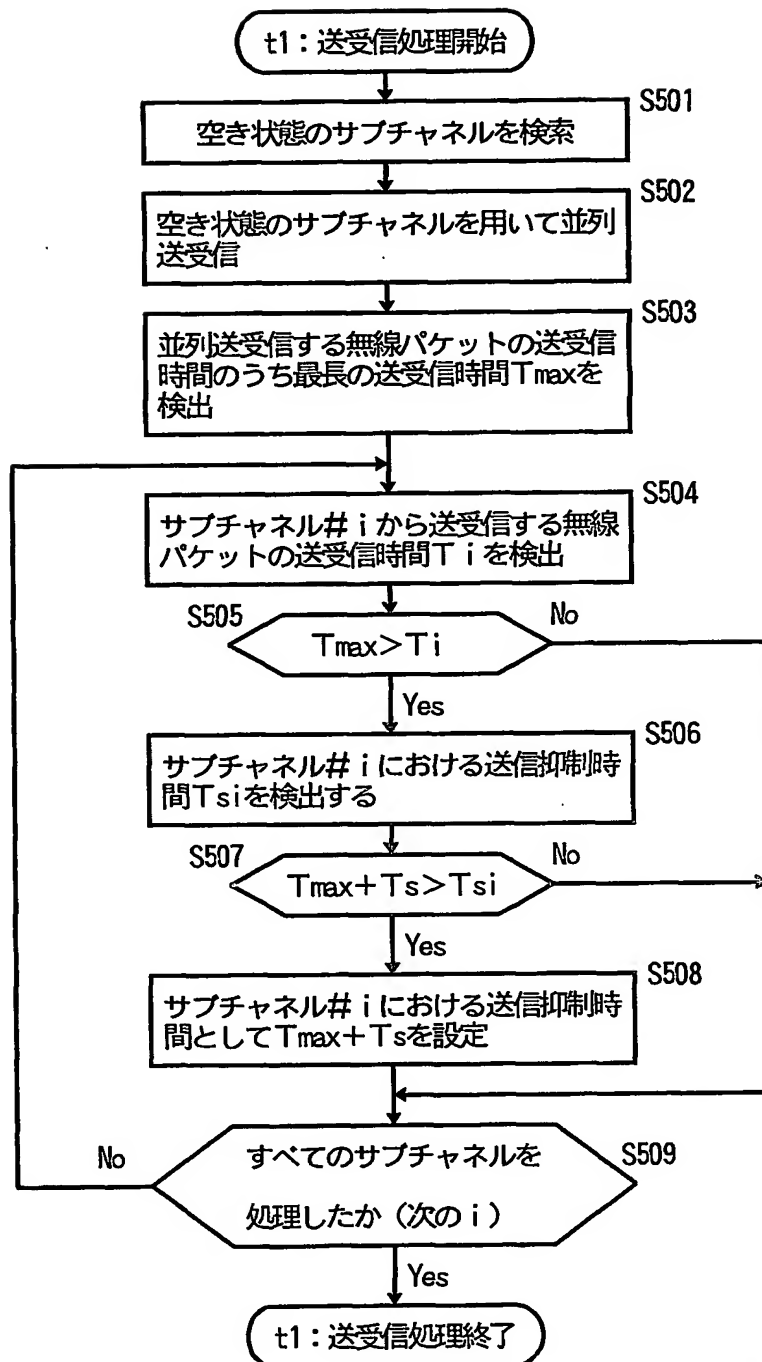


FIG. 4 5



43/46

FIG. 46



44/46

FIG. 47

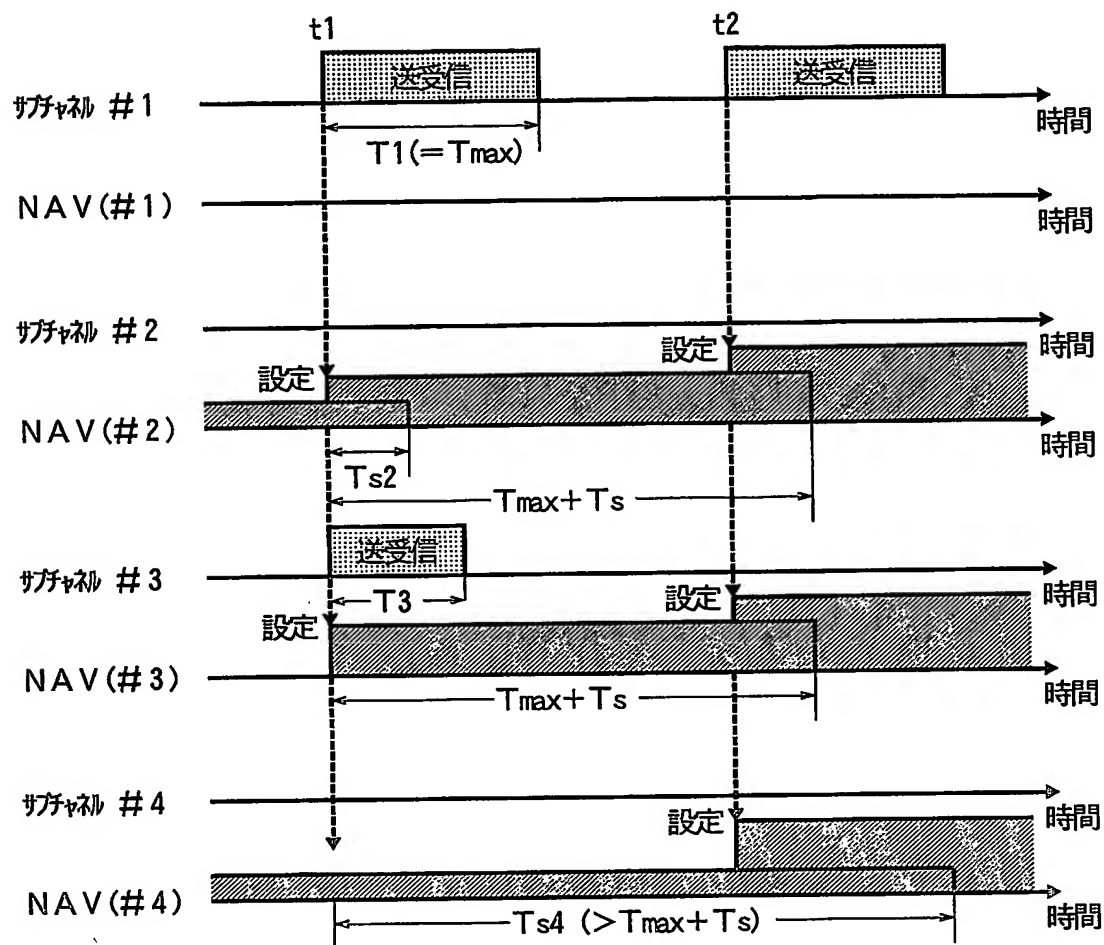


FIG. 48

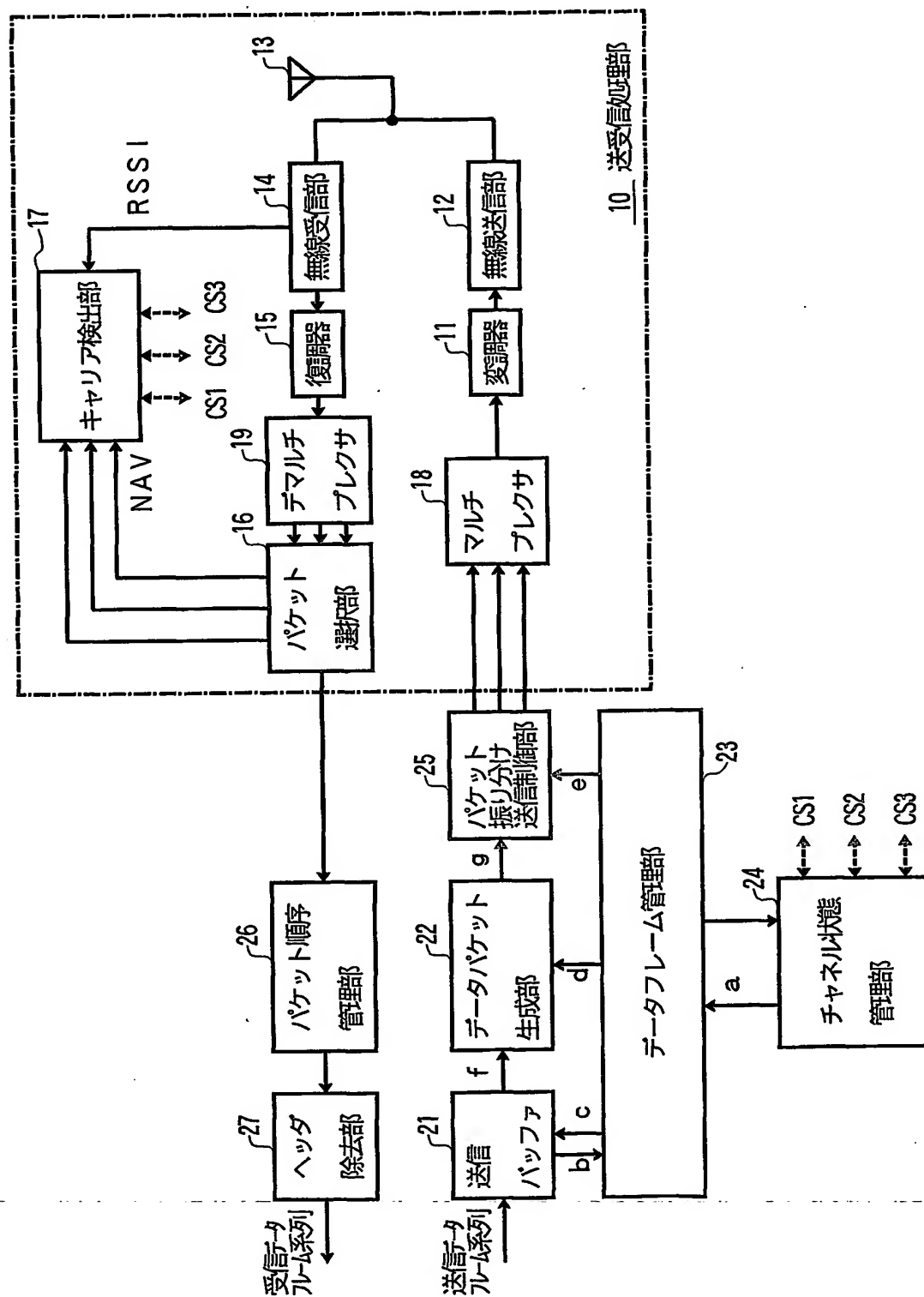


FIG. 49

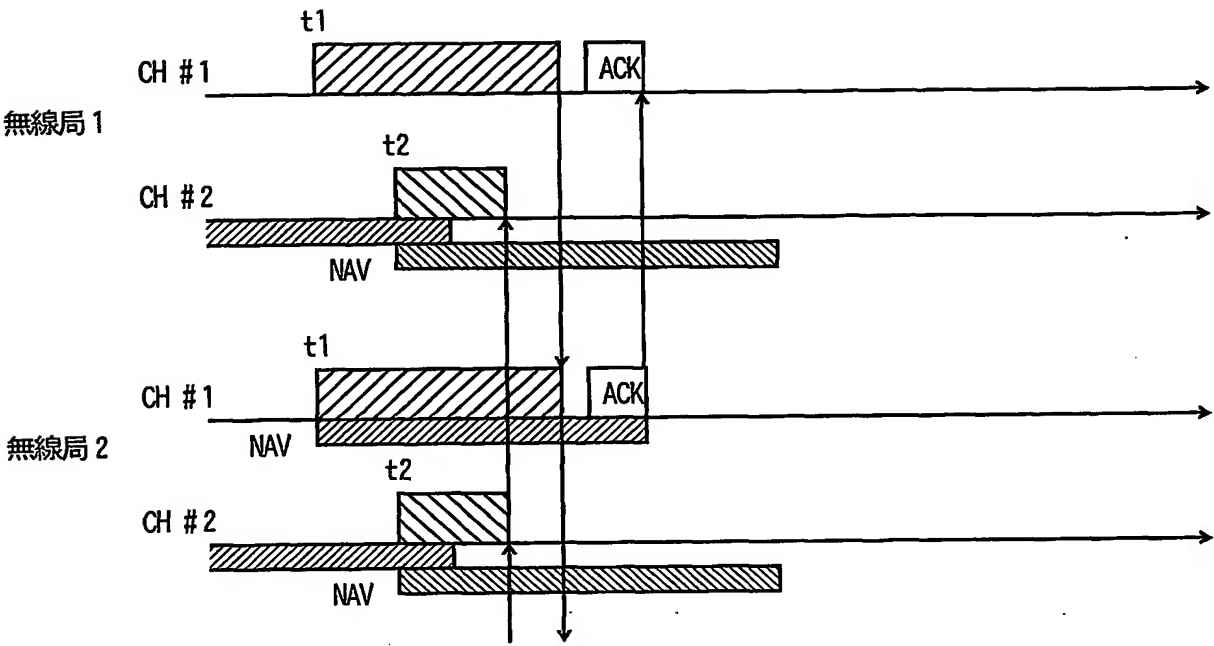
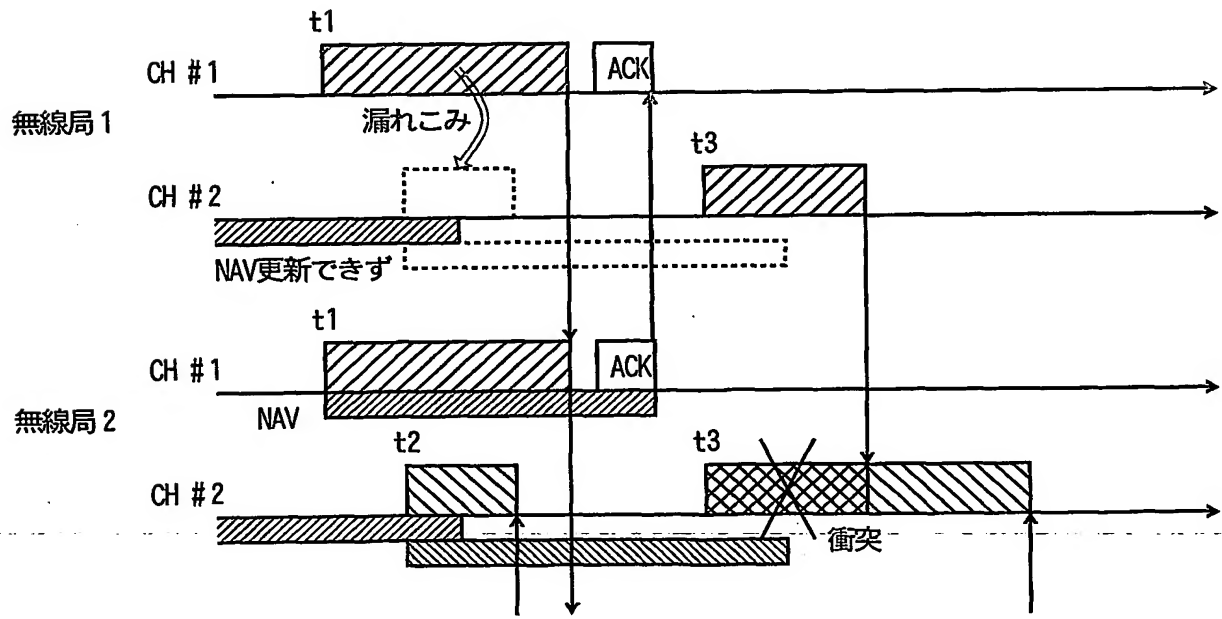


FIG. 50



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010355

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H04L12/28, H04B7/24, H04L29/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H04L12/28, H04B7/24, H04L29/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-124938 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 25 April, 2003 (25.04.03), Par. No. [0042] (Family: none)	1-38
A	JP 2001-053745 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 23 February, 2001 (23.02.01), Par. Nos. [0017], [0021]; Fig. 5 (Family: none)	1-38

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
08 October, 2004 (08.10.04)Date of mailing of the international search report
26 October, 2004 (26.10.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ H04L12/28, H04B7/24, H04L29/00			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ H04L12/28, H04B7/24, H04L29/00			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2004年 日本国登録実用新案公報 1994-2004年 日本国実用新案登録公報 1996-2004年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
A	JP 2003-124938 A (松下電器産業株式会社) 2003.04.25, 【0042】 (ファミリーなし)	1-38	
A	JP 2001-053745 A (日本電信電話株式会社) 2001.02.23, 【0017】, 【0021】, 図5 (ファミリーなし)	1-38	
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 08.10.2004		国際調査報告の発送日 26.10.2004	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 中木 努	5X 9299 電話番号 03-3581-1101 内線 3596